

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU  
Sosiaali- ja Terveysala / naprapatian koulutusohjelma

Kalima Lauri  
Korpi Marko

ALARAAJOJEN PÄÄJENTAJALIHASTEN KINESIOTEIPPAUKSEN VÄLITÖN  
JA VIIVÄSTYNYT VASTE VERTIKAALIHYPPYYN MIESKORIPALLOILI-  
JOILLA

Opinnäytetyö 2012

# TIIVISTELMÄ

## KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Terveysala, naprapatia

KALIMA, LAURI  
KORPI, MARKO

Työn ohjaaja

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2012  
Avainsanat

Alaraajojen pääojentajalihasten kinesioiteippauksen välitön ja viivästynyt vaste vertikaalihyppyyn mieskoripalloilijoilla

Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Yliopettaja, KTT  
Petteri Koski, D.N naprapaatti  
Juha Hiltunen, OMT fysioterapeutti  
67 sivua + 6 liitettä

kinesioiteippaus, vertikaalihyppy, alaraajat, räjähtävä voimantuotto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää alaraajojen pääojentajalihasten kinesioiteippauksen välitöntä ja viivästynyttä vastetta vertikaalihyppyyn mieskoripalloilijoilla. Vertikaalihyppy mittaa alaraajojen ojentajalihasten räjähtävää voimantuottoa. Monessa urheilulajissa lihasvoimaa voidaan pitää yhtenä suorituskyvyn tärkeimmistä tekijöistä. Koeryhmässä alaraajojen ojentajalihakset teipattiin kinesioiteipillä, aktivoivalla menetelmällä. Tähän päivään mennessä vastaavia tutkimuksia, joissa olisi tutkittu useiden lihasten kinesioiteippauksen vaikutusta vertikaalihyppyyn, ei ilmeisesti ole tehty.

Tutkittavana oli 20 mieskoripalloilijaa, jotka jaettiin satunnaisesti koeryhmään (n=15) (ikä  $20,07 \pm 4,68$ , pituus  $188,33 \pm 8,35$  cm, paino  $83,82 \pm 11,26$  kg) ja kontrolliryhmään (n=5) (ikä  $17,40 \pm 0,55$ , pituus  $191,20 \pm 3,11$  cm, paino  $83,75 \pm 11,90$  kg). Kaikki tutkittavat testattiin kolmeen kertaan. Jokaisella testikerralla testattavat hyppäsivät kolme staattista ja kolme esikevennettyä vertikaalihyppyä, ilman käsien avustavaa liikettä. Ensimmäiset kaksi testiä oli samana päivänä siten, että niiden välissä oli 45 min tauko. Alkumittausten jälkeen testattavat jaettiin satunnaisesti ryhmiin, minkä jälkeen koeryhmän henkilöt teipattiin kinesioiteipillä. Kontrolliryhmän henkilöille ei tehty mitään. Kolmas testi oli 24 tunnin kuluttua alkumittauksesta.

Hypyt mitattiin voimalevyllä (Hur Labs FP4, Finland) ja hyppykorkeus määriteltiin lähtönopeuden mukaan. Koeryhmän staattisen vertikaalihypyn viivästyneessä (24 h) vasteessa havaittiin, että maksimiteho (watts) parantui tilastollisesti suuntaa antavasti ( $p = 0,100$ ). Koeryhmän staattisen vertikaalihypyn korkeuden (cm) ja lähtönopeuden (m/s) osalta havaittiin pientä parannusta, mutta ei kuitenkaan tilastollisesti merkitsevää eroa.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan kinesioiteippaus ei parantanut merkittävästi vertikaalihypyn tuloksia. Vertailtaessa aikaisempiin tutkimuksiin tämän tutkimuksen tuloksen näyttävät suurimmilta osin samanlaisilta. Urheilussa pienikin tulosparannus voi kuitenkin olla merkittävä. Kinesioiteippiä käytetään yleisimmin kivun hoitamiseen ja lihasten toiminnan korjaamiseen. Tulokset osoittivat myös, ettei kinesioiteippaus merkittävästi huonontanut hyppytuloksia tai lihasvoimaa. Lisää tutkimuksia kuitenkin kaivataan.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences  
Naprathy

KALIMA, LAURI  
KORPI, MARKO

Bachelor's Thesis  
Supervisor

Commissioned by  
May 2012  
Keywords

Immediate and Delayed Effect of Lower Limbs Main  
Extensors Kinesio Taping on Measurements of Vertical  
Jump Performance in Male Basketball Players

73 pages + 6 pages of appendices

Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Senior Lecture, PhD  
Petteri Koski, D.N., Juha Hiltunen, Orthopedic Manual  
Therapist, Physiotherapist  
Ergo SelkÄklinikka

kinesio taping, vertical jump, lower extremities, explosive  
power

The purpose of this Bachelor's thesis was to investigate the immediate and delayed effect of lower limb main extensors kinesio taping on measurements of vertical jump performance in male basketball players. Vertical jump measures the explosive power of the extensor muscles in the lower limbs. In many sports muscle strength is a key component of an athlete's performance. In the trial, the lower extremity extensors in the intervention group were taped with an activating kinesio taping -method. It seems that so far no study has investigated the effect of kinesio taping of several muscles on vertical jump performance.

The study group were 20 male basketball players, who were randomized to the intervention group (n=15) (age  $20,07 \pm 4,68$ , height  $188,33 \pm 8,35$  cm, weight  $83,82 \pm 11,26$  kg) and the control group (n=5) (age  $17,40 \pm 0,55$ , height  $191,20 \pm 3,11$  cm, weight  $83,75 \pm 11,90$  kg). All participants were tested three times. In each three tests they all jumped three static vertical jumps and three counter movement jumps without a supporting arm swing. The first two tests were on the same day and between them there was a 45- min break. After the preliminary testing the participants were randomly divided into groups and those in the intervention group were kinesio taped. Nothing was done to the control group. The third test was 24 hours after the initial measurement.

The jumps were measured with force plate (Hur Labs FP4, Finland). The jump heights were calculated from the takeoff velocity (m/s). In the intervention group, the delayed response (24 h) in the static vertical jump indicates statistically directional improvement ( $p = 0,100$ ) in the maximum power (watts) and slight improvement but no statistically significant difference was found in jump height (cm) and takeoff velocity (m/s).

In this study lower limb main extensors kinesio taping had no significant effect on the measurements of vertical jump performance. Compared with previous researches these results seem similar in most parts. In sports even a small improvement may be important. Kinesio Tape is primarily used to treat pain or to correct muscle function. The results of this study also indicate that taping has no significant negative effect on jump performance or muscle power. However, further research is needed.

# SISÄLLYSLUETTELO

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	TAUSTA JA TARKOITUS	6
2	KINESIOTEIPPAUS HOITOMENETELMÄNÄ	7
2.1	Teipin ominaisuudet	7
2.2	Teipin asettaminen	8
2.3	Teippaustekniikat	9
2.4	Ihon rakenne ja tehtävät	11
2.5	Ihon aistit	11
3	LIHAKSEN VOIMANTUOTTOON VAIKUTTAVAT MEKANISMIT	13
3.1	Lihaksen rakenne	14
3.2	Alaraajojen ojentajalihakset	16
3.3	Voimantuoton biomekaaniset tekijät	19
3.4	Hermolihasjärjestelmä	21
3.5	Testauksen välittömät vaikutukset hermolihasjärjestelmään	23
3.6	Venytyksrefleksi, lihassukkula ja elastinen energia	23
3.7	Lihaksen energiankäyttö räjähtävässä nopeassa lihastyössä	24
3.8	Vertikaalihyppy alaraajojen lihasvoiman testauksessa	25
4	TUTKIMUSONGELMAT	26
5	KOKEELLINEN TUTKIMUS	27
5.1	Testiryhmien valinta	27
5.2	Tutkimusasetelma	27
5.3	Kokeellisen tutkimuksen luotettavuustekijät	28
5.4	Voiman mittaaminen	29
5.5	Mittauksissa teipattavat lihakset ja menetelmät	30
5.6	Mittausten kriteerit	33
5.7	Mittausten suunnittelu	34
5.7.1	Kokeellisen tutkimuksen etiikka	36
5.7.2	Testitilanne	37

5.7.3 Koemittaukset	40
5.8 Toteutus	40
6 TUTKIMUSTULOKSET	44
6.1 Kinesioteippauksen välitön vaste vertikaalihyppyyn	45
6.2 Kinesioteippauksen viivästynyt vaste vertikaalihyppyyn	47
6.3 Erot kinesioteippauksen välittömän ja viivästyneen vasteen välillä vertikaalihypyssä	50
6.4 Erot vertikaalihypyssä koe- ja kontrolliryhmän välillä	53
6.5 Tulosten yhteenveto	55
7 POHDINTA	58
7.1 Tulosten tarkastelu	59
7.2 Tulosten luotettavuus	60
7.3 Tulosten hyödyntäminen ja jatkotutkimus ehdotukset	63
LÄHTEET	64
LIITTEET	
Liite 1. Testilupa	
Liite 2. Tutkimustyytit	
Liite 3. Ilmoitus opettajille	
Liite 4. Testauslomake	
Liite 5. Infotilaisuuden PowerPoint-esitys	

## 1 TAUSTA JA TARKOITUS

Japanilainen kiropraktikko Kenzo Kase keksi kinesioteippauksen vuonna 1973. Tämän jälkeen kinesioteippaus on kehittynyt ja alkuperäisen konseptin rinnalle on tullut paljon uusia erilaisia tekniikoita. (Kase, Wallis & Kase 2003, 20.) Ensimmäisen kymmenen vuoden ajan kinesioteippauksen pääkäyttäjiä olivat eri terveysalojen ammattilaiset. Myöhemmin kinesioteippausta alkoivat käyttää Japanilaiset olympiatason lentopalloilijat. Seuraavaksi kinesioteippaus levisi muiden urheilijoiden keskuuteen. Tänä päivänä kinesioteippaus on käytössä sekä terveysalojen ammattilaisilla että urheilijoilla ympäri maailmaa. (Kase 2003, 6.)

Lihassoima on yksi avaintekijöistä urheilijoiden suorituskyvyssä ja siihen voidaan oletettavasti vaikuttaa erilaisilla teippauksilla ja teippaustekniikoilla, kuten kinesioteippauksella. Viimeaikaisissa tutkimuksissa (Huang, Hsieh, Lu & Su 2007, 6–7; Slupik, Dwornik, Bialoszewski & Zych 2007, 4; Hsu, Chen, Wang & Shih 2009, 4) on todettu, että kinesioteippaus saattaa nostaa lihasaktiivisuutta. Toisissa tutkimuksissa (Kümmel, Mauz, Blab & Vieten 2011, 2; Briem, Eythörsdóttir, Magnúsdóttir, Pálmarrson, Rúnarsdóttir & Sveinsson 2011, 4) on puolestaan todettu, että kinesioteippauksella ei ole vaikutusta lihasaktiivisuuteen.

Joissakin tutkimuksissa (Slupik et al. 2007; Fu, Wong, Pei, Wu, Chou & Lin 2007) on tutkittu kinesioteippauksen akuuttia ja viivästynyttä vaikutusta lihasaktiivisuuteen. Slupik et al. (2007, 648) huomauttavat, että m. vastus medialiksen lihasaktiivisuus nousi tilastollisesti merkitsevästi 24 h kinesioteippauksesta. Useissa tutkimuksissa (Kümmel et al. 2011; Huang et al. 2011; Slupik et al. 2007; Bicici, Karatas & Baltaci 2012) on teipattu vain yksi lihasryhmä ja tutkittu yhden lihaksen lihasaktiivisuutta, mutta yhdessäkään tutkimuksessa ei ole teipattu kaikkia alaraajojen päälihasryhmiä. Bicici et al. (2012, 154) tutkivat kinesioteippauksen vaikutusta toiminnallisiin testeihin, joihin lukeutui muun muassa vertikaalihyppy.

Tämän tutkimuksen hypoteesina on, että kinesioteippaus nostaa lihasaktiivisuutta ja sitä kautta lihaksen voimantuottoa. Tarkoituksena on tutkia, miten alaraajojen pääojentajalihasryhmien kinesioteippaus vaikuttaa välittömästi ja viivästyneesti alaraajojen räjähtävään voimantuottoon terveillä urheilijoilla ja voidaanko kinesioteippausta soveltaa terveisiin urheilijoihin räjähtävää voimantuottoa lisäävänä tekijänä. Tutkimus tehtiin yhteistyössä koripallojoukkue KTP-Basketin kanssa.

Monissa yksilö- ja joukkuelajeissa yhtenä merkittävänä suorituskyykyyn vaikuttavana tekijänä voidaan pitää urheilijan kykyä tuottaa voimaa nopeasti. Tässä tutkimuksessa alaraajojen nopeusvoimaa testataan vertikaalihypyillä. Vertikaalihyppyä mitataan voimalevyllä (Hur Labs FP4, Finland), joka mittaa hyppykorkeuden lähtönopeudesta (m/s).

## 2 KINESIOTEIPPAUS HOITOMENETELMÄNÄ

Kinesioteippaus on kuntouttava teippausmenetelmä, joka on suunniteltu tukemaan kehon luonnollista paranemisprosessia ja samalla antamaan tukea lihaksille ja nivelille rajoittamatta kehon liikelaajuuksia (Kinesio USA, 2010). Kase (2003, 6.) väittää, että kinesioteippauksen teho perustuu neurologisten ja vaskulaaristen toimintojen tehostumiseen. Metodi pohjautuu kinesiologiaan, jossa perehdytään kehon lihasten aikaansaamiin liikkeisiin sekä kuntoutuksessa että jokapäiväisessä elämässä. Tästä menetelmä on saanut nimen kinesioteippaus.

Kase (2003, 6) kuvailee, kuinka lihasten tarkoitus ei ole ainoastaan tuottaa liikkeitä vaan kontrolloida myös nestekiertoa ja kehon lämpötilaa. Siksi lihasten toimintahäiriöt voivat aiheuttaa erilaisia ongelmia. Siitä syntyi idea hoitaa lihaksia, jotka aktivoivat kehon omaa paranemisprosessia. Huomattiin, että käyttämällä elastista teippiä iholla voitiin ulkoisella avulla parantaa lihasten ja muiden kudosten toimintaa. (Kase 2003, 6.)

Perinteinen urheiluteippi on suunniteltu rajoittamaan lihasten ja nivelten liikettä. Useat kerrokset urheiluteippiä saavat aikaan huomattavan puristuksen kudoksiin, jolloin sivuvaikutuksena kehon oma nestekierto häiriintyy. Tästä syystä urheiluteippi laitetaan juuri ennen suoritusta ja poistetaan heti sen jälkeen. Kinesioteippaus perustuu siihen, että kehon lihaksistolle sallitaan normaali toiminta. Jotta lihaksille sallitaan normaali liikelaajuus, teipin tulisi venyä 30–40 % alkuperäisestä pituudestaan. (Kase 2003, 7.)

### 2.1 Teipin ominaisuudet

Kinesioteippi on suunniteltu jäljittelemään mahdollisimman tarkasti ihmisen ihon ominaisuuksia. Alkuperäinen kinesioteippi, Kinesio Tex® Tape, on suunniteltu venymään 55–60 % sen lepopituudesta, mikä on lähellä ihon elastisuutta. Teippiä ei ole suunniteltu venymään leveyssuunnassa. Kinesioteipin elastiset ominaisuudet kestävät

3–5 vuorokautta teipin asettamisesta. Teipin paksuus vastaa suunnilleen ihon epidermisen paksuutta. 10 minuuttia teipin asettamisesta potilas ei yleensä tunne teippiä iholla. Teipin pinta on 100 %:sta puuvillaa ja liimapuoli on 100 %:sta akryyliä, joka aktivoituu lämmön vaikutuksesta. 100 %:n puuvilla mahdollistaa kosteuden poistumisen ja paremman kiinnittymisen. Akryyliliiman aaltomainen rakenne jäljittelee sormenpään jälkeä, mikä auttaa kosteutta poistumaan ihon pinnalta. Teipin liimaa ei jää iholle sitä poistettaessa, mikä mahdollistaa teippaamisen ilman ihoärsytystä. (Kase et al. 2003, 12.) Liima on täysin kiinnittynyt 20–30 min teippaamisesta. Tänä aikana fyysistä aktiivisuutta tulee välttää. Teipin kiinnitettyä se kestää jopa kylpemistä ja uimista. (Kase et al. 2003, 16.)

Nykyään markkinoilla on paljon erilaisia kinesioiteippejä. Samoihin tuloksiin ei päästä, jos teippi on paksumpi, ei hengitä kunnolla tai siinä on erilaiset elastiset ominaisuudet kuin alkuperäisellä kinesioiteipillä. (Kase et al. 2003, 12.) Alkuperäisiä kinesioiteippejä valmistetaan monen kokoisina ja erivärisinä. Teippejä on saatavilla muun muassa 2,5 cm, 3,75 cm, 5,0 cm ja 7,5 cm leveinä rullina, joissa on 5 m teippiä. Useimmiten käytetään 5 cm leveätä ja 5 m pitkää rullaa, mutta jopa 31 m pitkiä rullia on saatavilla. Teippejä on erivärisiä, mutta niiden rakenne ei eroa toisistaan. Alkuperäisen ideologian mukaan eri värejä voidaan käyttää erilaisiin tarkoituksiin. Väriideologian mukaan punainen on tummempi väri, joka imee valoa nostaen ihon lämpötilaa teipin alla. Sininen on vaaleampi väri, jolloin se heijastaa valoa pois ja siten laskee ihon lämpötilaa. (Kase et al. 2003, 17.)

## 2.2 Teipin asettaminen

Iho pitää puhdistaa öljyistä ja voiteista ennen teipin asettamista. Kaikki ylimääräinen ihon ja teipin välissä voi rajoittaa teipin kiinnittymistä ja tehoa. Runsas ihokarvoitus voi haitata teipin kiinnittymistä, jolloin karvoitus joudutaan poistamaan. (Kase et al. 2003, 13.)

Kinesioiteipin päitä kutsutaan ankkureiksi, jotka tulevat yleensä lihaksen origoon ja insertioon. Ankkurin pituus on 5 cm ja tälle alueelle ei tule tensioita, jolloin teippi kiinnittyy paremmin ja ankkuri pysyy paikallaan. Ankkuri pitää hieroa hyvin paikalleen, jotta se ei pääse liikkumaan. Ankkuri tulee kiinnittää mahdollisimman lähelle lihasten kiinnityskohtaa. (Kase et al. 2003, 13–14.)



Ankkureiden välissä teippiä voidaan venyttää. Teippiä venytetään tasaisesti ja hierotaan peukalolla paikalleen ihoon. Teippaussuuntia on kaksi; joko origosta insertioon tai insertiosta origoon. Perustekniikoissa teipattava lihas tulee olla venytettynä teippauksen aikana. Teippiä laitettaessa on tärkeää, että teippiin kohdistuu oikea määrä venytystä. Jos teippiä venytetään liikaa, sen ominaisuudet kärsivät. On parempi, että teippiä venytetään liian vähän kuin liian paljon. Oikean venytyksen luominen on yksi tärkeimmistä tekijöistä teippauksen onnistumiselle. Teippien venyvyysasteet on esitetty prosenteissa 0–100 %. Venyvyysasteita on kuusi: ei ollenkaan, erittäin kevyt 0–15 %, kevyt 15–25 %, kohtuullinen 50 %, huomattava 75 % ja täysi 100 %. (Kase et al. 2003, 14–15.)

### 2.3 Teippaustekniikat

Kinesioteipille on kuusi erilaista muotoa: Y, I, X, Fan, Web ja Donut. Y-suikale on näistä yleisin ja sitä käytetään joko aktivoimaan tai inhiboimaan lihasaktivaatiota. Y-suikaleessa on leveä ankkuri ja kaksi häntää. I-suikaleta käytetään Y-suikaleen tilalla akuuteissa lihasvammoissa rajoittamaan turvotusta ja vähentämään kipua. I-suikale on yksi suora teipinsuikale. X-suikaleta käytetään, kun lihaksen origo ja insertio saattavat liikkua liikkeen aikana esimerkiksi m. rhomboideus. X-suikaleessa on kaksi erillistä suoraa teippisuikaleta asetettuna ristiin. Fan-suikale on viuhkamainen ja sitä käytetään lymfahoidoissa. Fan-suikaleen ankkurista lähtee useita ohuita suikaleita. Web-suikale on modifioitu Fan-suikale, jossa suikaleen päät jätetään leikkaamatta ja jossa keskiosa leikataan. Donut-suikaleta käytetään turvotuksien hoidossa. (Kase et al. 2003, 13–16.)

Kinesioteippaustekniikat ovat kehittyneet paljon alkuperäisestä konseptista, joka on vuodelta 1973. Tällä hetkellä on käytössä kuusi erilaista korjaustekniikkaa: mekaaninen-, fascia-, tilaa tekevä-, ligamentti-, lymfa- ja toiminnallinen korjaustekniikka. Useampia tekniikoita voidaan myös käyttää yhtäaikaaisesti. Esimerkiksi kivun hoidossa voidaan valita sekä tilaa tekevä että lymfatekniikka. (Kase et al. 2003, 20–21.)

Mekaanisesta korjaustekniikasta käytetään myös nimeä recoiling eli rekyyli. Tässä tekniikassa hyödynnetään erityisesti teipin elastista ominaisuutta. Teippiä venyttämällä lihasten asentoa pyritään korjaamaan paineistamalla lihasrunkoa. Teippiin kohdistettu tensio liikkuu 50–100 % välillä. Kovemmalla tensiolla pyritään vaikuttamaan syvemmälle lihasrunkoon ja sitä kautta lisäämään ärsykettä mekanoreseptoreista, mutta

tällöin rekyyliefekti kärsii. Tähän tekniikkaan käytetään Y:n tai I:n muotoista suikaletta. (Kase et al. 2003, 22.)

Fascia-korjaustekniikassa pyritään joko käsin liikuttamaan fasciia ja teipillä pitämään sitä uudella paikallaan tai oskilloimalla teippiä liikuttamaan fasciia. Teipin avulla fascian liikettä voidaan myös yrittää rajoittaa. Tähän tekniikkaan käytetään yleensä Y:n muotoista suikaletta. Teippiin tuotu tensio vaihtelee 25–50 %. (Kase et al. 2003, 26.)

Tilaa tuova korjaustekniikka eli nostaminen on tarkoitettu lihaskivun, tulehduksen tai turvotuksen hoitoon. Teipin avulla nostetaan ihoa, jonka uskotaan helpottavan painetta paikallisesti. Tässä tekniikassa käytetään 25–50 % tensiota. Tähän tekniikkaan käytetään yleisimmin I-suikaletta, mutta myös web-suikaletta voidaan käyttää. Oikealla tekniikalla ja tensiolla teippiin ja ihoon muodostuu poimuja liikeradan lopulla. (Kase et al. 2003, 30.)

Ligamentti korjaustekniikassa, eli paineistamisessa pyritään paineen avulla vaikuttamaan mekanoreseptoreihin. Ligamentti- tai jännealueiden stimuloiminen saattaa parantaa proprioseptiikkaa. Teipin venyttymisen voi tuntea iholla, millä pyritään jäljittelemään kudosten aivoille lähettämää viestiä normaalien kudosten venyttymisen taiaan. Tässä tekniikassa käytetään I-suikaletta ja 50–100 % tensiota. (Kase et al. 2003, 33.)

Lymfa-korjaustekniikka eli kanavointi on tarkoitettu parantamaan kehon nestekiertoa. Teipillä pyritään vähentämään paikallista painetta teipin alueella. Teipatessa käytetään fan-suikaletta, jonka ankkuri tulee lähelle lymfakanavaa ja hännät viuhkamaisesti, käyttäen 0–15 % tensiota. (Kase et al. 2003, 39–40.)

Toiminnallista korjaustekniikkaa eli springiä käytetään joko lisäämään tai rajoittamaan liikettä. Teippiin tuodaan 50–100 % tensio. Tekniikalla pyritään stimuloimaan mekanoreseptoreita ja tuomaan esijännitystä lihaksiin loppuliikeradoilla. Yleisimmin käytetään I-suikaletta. Teipatessa nivel asetetaan siihen asentoon, mitä liikettä halutaan avustaa. (Kase et al. 2003, 36.)

## 2.4 Ihon rakenne ja tehtävät

Iho eli cutis muodostaa rajapinnan elimistön ja ulkomaailman välille. Se on suurimpia elimiämme ja on paksuudeltaan 1–4 mm. Ihon paksuus vaihtelee sukupuolen ja paikan mukaan. Kokonaispinta-ala aikuisella ihmisellä on 1,5–2 m<sup>2</sup>. Iholla on paljon tärkeitä ominaisuuksia ja toimintoja. Se toimii verivarastona ja aistinelimenä, osallistuu elimistön lämmönsäätelyyn, suojelee alla olevia kudoksia ja toimii erittävänä elimenä. Iho voidaan jaotella kolmeen osaan, jotka ovat orvaskesi eli epidermi, verinahka eli korium ja ihonalaiskudos eli subkutis. (Nienstedt et al. 2008, 93–94.)

Orvaskesi on kerrostunutta epiteeliä, joka kuuluu pinnastaan jatkuvasti, mutta pystyy samalla uusiutumaan tyvikerroksestaan. Solut siirtyvät pikkuhiljaa epiteelin pintaa kohti, jolloin niihin kertyy keratiinia. Solut kuolevat säilyttäen keratiinin, jolloin solut sarveistuvat ja muodostavat sarveiskerroksen eli marraskeden. (Nienstedt et al. 2008, 94.)

Verinahassa on runsaasti verisuonia ja se koostuu pääasiassa sidekudoksesta, jossa on paljon kollageenisyytä ja kimmosäikeitä, joiden suunta riippuu ihoon kohdistuvasta rasituksesta. Verestä tihkuu ravintoaineita myös verisuonettomaan orvasketeen asti. Verinahka muodostaa papilleja, jotka tunkeutuvat orvasketeen. Verinahassa on aistireseptoreita, joita eniten on käsissä ja kasvoissa. (Nienstedt et al. 2008, 97–98.)

Ihonalaiskudos on muodostunut löyhästä sidekudoksesta ja rasvakudoksesta. Ihonalaiskudosta on eniten pakaroissa ja maitorauhasissa. Ihonalaiskudos on ohuimmillaan raajoissa, jolloin se saattaa olla kiinni suoraan verinahassa tai syvässä peitin-kalvossa eli fascia profundassa. Laihan ihmisen ihonalaiskudos on paksuudeltaan 2–10 mm, mutta lihavilla se voi olla jopa 10 cm vatsan tai lantionseudulla. Ihonalainen rasva toimii elimistön energiavarastona ja lämmöneristeenä. (Nienstedt et al. 2008, 99.)

## 2.5 Ihon aistit

Ihon aisteiksi luokitellaan tuntoaisti, termiset aistit ja kipuaisti. Näiden aistien reseptoreita (mekanoreseptoreita) on eniten ihossa, mutta myös muualla elimistössä. Näin myös limakalvot ja sisäelimet voivat tuntea kosketusta, painetta, kylmää, lämmintä ja kipua. (Nienstedt et al. 2008, 480.)

Nienstedt et al. (2008, 481) mukaan yleisimpiä aistireseptoreita iholla ovat vapaat hermopäätteet, jotka sijaitsevat verinahassa ja orvaskeden solujen välissä. Niiden lisäksi ihossa on erikoistuneita pääte-elimäitä kuten Pacinin keränen ja Meissnerin tunto-keränen. Vapaat hermopäätteet toimivat todennäköisesti kaikkien ihon aistien palveluksessa, mutta erikoistuneet pääte-elimet aistivat vain kosketusta ja painetta. Kosketusta voi aistia, kun ihokarvaa taivutetaan, koska karvan ympärillä on vapaita hermopäätteitä, mutta muut kosketusreseptorit reagoivat ihon muodonmuutokseen. Paineen reseptorit reagoivat vasta, kun suurehko ihoalue muuttaa muotoaan. Tuntoreseptoreita on tiheimmin kämmenissä, jaloissa ja kasvoissa.

Lämpimän ja kylmän reseptorit koostuvat vapaista hermopäätteistä, joille on oma yksilöllinen lämpötila, johon ne reagoivat. Kylmän reseptorit toimivat kun ihon lämpötila on 15–35 °C ja lämpimän reseptorit toimivat, jos ihon lämpötila on 35–45 °C. Jopa 0,001 °C nousu sekunnissa voi riittää lämpimän aistimukseen. (Nienstedt et al. 2008, 481.)

Kipu on varoitusmerkki, joka on reaktio voimakkaisiin ärsykkeisiin, jotka tuhoavat tai uhkaavat tuhota kudoksia (Nienstedt et al. 2008, 483). Kipualueen ympärille muodostuu alue, joka herkistyy kivulle. Kipu on tärkeä suojausmekanismi, jonka puuttuminen voi johtaa helposti kudosvaurioiden syntyyn. (Leppäluoto et al. 2008, 462.)

Kipureseptorit ovat vapaita hermopäätteitä, joita on runsaasti erityisesti ihossa, käsissä ja kasvoissa. Kipu voi johtua muun muassa kudosvauriosta (esimerkiksi haava), hapenpuutteesta, kemiallisista tekijöistä ja liiallisesta paine- tai lämpöärsytyksestä. (Leppäluoto et al. 2008, 461.) Kipureseptorit stimuloituvat mahdollisesti, kun vahingoittuneista soluista vapautuu erilaisia aineita kuten serotoniinia, histamiinia, asetyylikoliinia ja kaliumioneja. Kipureseptoreita esiintyy ihon lisäksi myös sisäelimeissä ja huomattavan paljon elimiä ympäröivissä kalvoissa. (Nienstedt et al. 2008, 483.)

Kipuratojen aksonit voivat olla joko ohuita ja myeliinitupettomia tai myeliinitupellisia. Ohuiden syiden johtonopeus on hidas, mutta myeliinitupellisten syiden johtonopeus on nopea. Pistävä kipu tuntuu ensiksi ihon vaurioituessa, mikä johtuu myeliinitupellisten syiden aktivoitumisesta. Myöhemmin kipu tuntuu tylppänä, mikä johtuu myeliinittömien syiden aktivoitumisesta. (Leppäluoto et al. 2008, 462.) Suuri osa kipuaistimuksesta syntyy, kun kipuimpulssit kulkeutuvat selkäytimen anterolateraalisen järjestelmän hermosyissä talamukseen. Kipuratoja jatkuu talamuksesta sekä soma-

tosensorisille alueille että muualle aivokuoreen. Porttikontrolliteoria perustuu siihen, että esimerkiksi sähköllä ärsytetään paksuja myelinisoituneita kosketushermosyitä, joiden impulssit vähentävät kipuiimpulsseja selkäytimen synapseissa. (Nienstedt et al. 2008, 484.)

### 3 LIHAKSEN VOIMANTUOTTOON VAIKUTTAVAT MEKANISMIT

*”Lihasvoiman merkitys kilpa- ja huippu-urheilussa on huomattava”* (Häkkinen, Mäkelä & Mero 2004, 251). Voiman lisääminen on johtanut tulostason nousuun lähes kaikissa lajeissa. Erityisesti kestävyyslajeissa nopeusvoiman merkitys on kasvanut. (Häkkinen et al. 2004, 251.)

Häkkinen et al. (2004, 251) jaottelevat voiman kolmeen osa-alueeseen: nopeus-, maksimi- ja kestovoimaan. Maksimi-, nopeus- ja kestovoimaa tuotetaan eri tavoin erilaisissa tilanteissa. Jokaista voimantuoton eri aluetta voidaan harjoittaa erilaisilla fyysillä harjoitteilla. Voimantuotto on välttämätöntä erilaisissa asennoissa ja liikkeissä vaihtelevilla liikenopeuksilla aina nopeasta voimasuorituksesta kestovoimasuoritukseen. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 125.)

Nopeusvoimassa voimantuotto voi olla kertasuorituksellista eli asyklistä tai esimerkiksi pikajuoksussa toistuvina suorituksina eli syklistä. Maksimivoimaa mitataan joko maksimaalisella isometrisellä supistuksella tai yhden toiston maksimitoistolla. Kestovoima on pitkäkestoista voiman tuottamista, joka tuotetaan joko aerobisesti tai anaerobisesti. (Häkkinen et al. 2004, 251.)

Nopeusvoimassa on kyse hyvin lyhyestä voimantuottoajasta ja suuresta voimantuottonopeudesta. Maksimivoimassa lihasjännitystaso nousee maksimaaliseksi ja voimantuottoaika muodostuu suhteellisen pitkäksi. Kestovoimassa tiettyä voimatasoa pyritään ylläpitämään suhteellisen pitkään tai tiettyjä voimatasoja toistetaan peräkkäin useita kertoja suhteellisen lyhyillä palautusajoilla. (Ahtiainen, Mero & Häkkinen 2004, 284–289.)

Nopeus on tärkeä ominaisuus useissa lajeissa, joissa se ilmenee monin eri tavoin. Nopeuden lajeja on kolme: reaktionopeus, räjähtävä nopeus, liikkumisnopeus. Reaktionopeus tarkoittaa kykyä reagoida nopeasti johonkin ärsykkeeseen. Sitä voidaan mitata reaktioajan avulla (esimerkiksi laukaus ja reagointi lähtötelineissä pikajuoksussa) tai

toimintareaktiona reaktiotilanteessa kuulo-, näkö- tai tuntoärsykkeeseen. Räjähävä nopeus on riippuvainen nopeusvoimasta, ja sillä tarkoitetaan lyhytaikaista, yksittäistä ja mahdollisimman nopeaa liikesuoritusta. Liikkumisnopeudella tarkoitetaan nopeaa siirtymistä paikasta toiseen ja se voidaan jakaa vielä kahteen osaan: maksimaaliseen nopeuteen ja submaksimaaliseen nopeuteen. Maksiminopeus on 96–100 % ja submaksimaalinen 85–95 % maksimisuorituksesta. (Mero, Jouste & Keränen 2004, 293.)

Fyysiset kunto-ominaisuudet ja sydän- ja verenkiertoelimistön kunto yhdessä lihasten voimantuotto-ominaisuuksien kanssa ovat yhteydessä ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin. Muut hermolihaskäytännön toiminnat, kuten ketteryys, tasapaino, koordinaatio ja liikkeenopeus, ovat lihasten voimantuotto-ominaisuuksien lisäksi fyysisen kunnan osa-alueita. Hyvä lihaskunto edesauttaa selviytymistä päivittäisistä toiminnoista ja sillä voi olla yhteyttä alentuneeseen loukkaantumisriskiin. Nopeiden asennonmuutosten yhteydessä, kuten horjahtaessa, voidaan olettaa, että nopea voimantuotto parantaa tilanteen hallintaa. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 125.)

### 3.1 Lihaksen rakenne

Lihaksilla on elimistössä monia tärkeitä tehtäviä ja ne muodostavat noin puolet kehon massasta. Lihaskudos jaetaan toiminnan ja rakenteen mukaan kolmeen päätyyppiin: luustolihakseen, sileälihakseen ja sydänlihakseen. Luusto- ja sydänlihaksen rakenne on poikkijuovaista, kun taas sileälihas ei ole järjestäytynyttä. Sileälihas ja sydänlihas voivat supistua itsestään. Luustolihakset tarvitsevat toimiakseen supistumiskäskyn hermosoluilta. (Leppäluoto et al. 2008, 98.)

Luustolihas kiinnittyy yleensä luuhun päistään sidekudoksisella jäniteellä (tendo). Vähemmän liikkuvaa lähtökohtaa kutsutaan origoksi ja distaalista kiinnityskohtaa insertioksi. Voima siirtyy jäniteiden välityksellä luihin ja lihas supistuessaan liikuttaa kiinnityskohtia lähemmäs toisiaan. (Leppäluoto et al. 2008, 110.)

Yleensä lihakset eivät ole kiinnittyneet samaan luuhun vaan kulkevat luusta yhden nivelen yli toiseen luuhun. Lyhentyessään lihakset liikuttavat niveltä ja lähentävät luita toisiinsa nähden. Jos lihakset ohittavat kaksi niveltä, voidaan saada toiseen niveleen koukistus ja toiseen ojennus liike samanaikaisesti. (Nienstedt et al. 2008, 143.)

Lihakset voidaan jakaa ryhmiin niiden sijainnin ja niiden tuottaman liikkeen suunnan perusteella: koukistajat, ojentajat, lähentäjät, loitontajat ja kiertäjät. Vastavaikuttajia eli agonisti-antagonistipareja ovat samaan niveleen vastakkaista liikettä tuottavat lihakset, kuten koukistajat ja ojentajat. Agonistin supistuessa antagonistit relaksoituu. Vastaparin relaksoitumiseen vaikuttaa selkäytimessä oleva inhibitorinen välineuronit. (Leppäluoto et al. 2008, 111.)

Lihaskunto voi olla monen muotoinen, jos lihaksilla on useita lähtökohtia, mutta kiinnittymisjärjestys on yhteinen. Lihaskunto voi haaraantua kahteen, kolmeen tai neljään eri kohtaan. Poikkijuovainen lihas voi myös kiinnittyä luiden ja rustojen sijasta pehmeisiin kudoksiin. (Nienstedt et al. 2008, 144.)

Lihakset tuottavat voimaa supistumalla. Supistuminen perustuu aktiini- ja myosiinifilamentteihin, jotka ovat pitkiä valkuaisainemolekyyliäikeitä. Säännöllisiksi järjestäytyneitä myofilamenttirakenteita kutsutaan sarkomeereiksi. Aktiinifilamenttien toinen pää on kiinnittynyt z-levyyn. Myosiinifilamentit ovat aktiinifilamenttien lomassa sarkomeerin keskellä. Myosiinifilamentit sitoutuvat aktiiniin muodostaen poikkisiltoja, mikä on lihasten liikkumisen perusta. Liikettä saadaan aikaan sarkomeereissa, kun z-levyt vetäytyvät toisiaan kohti. Sarkomeereja on peräkkäin satoja ja ne voivat yhdessä toimiessaan saada aikaan noin 60 % supistumisen lihaksiin. (Leppäluoto et al. 2008, 98–102.)

Lihaskvoima riippuu sarkomeerien pituudesta, mikä on suurimmillaan luustolihasien ollessa lepopituudessaan. Voimakkaassa kontraktiossa liikeradan loppuvaiheilla aktiinifilamentit menevät toistensa kanssa päällekkäin, jolloin supistusvoima pienenee. Aktiini- ja myosiinifilamenttien kyky toimia keskenään pienenee myös, jos lihasta venytetään paljon tavallista pidemmäksi, koska silloin aktiini- ja myosiinifilamentit eivät ole enää koko pituudeltaan rinnakkain. (Nienstedt et al. 2008, 81.)

Luustolihakset muodostuvat luustolihasyistä, jotka ovat useimmiten muutaman senttimetrin pituisia ja halkaisijaltaan 0,01–0,1 mm pituisia. Joissakin lihaksissa lihasyyt ovat jopa 30 cm:n mittaisia. Lihasyytä ympäröi solukalvo (sarkolemma) ja solukalvo ja ympäröi sidekudoskalvo (endomysium). Lihasyiden muodostamaa lihasyykimpua ympäröi paksumpi sidekudoskalvo (perimysium). Kokonaiset lihakset koostuvat useista lihasyykimpuista, joiden ympärillä on tukeva sidekudoskalvo (epimysium) sekä verisuonista ja hermoista. Luurankolihaksissa on myös putkisto, joka koostuu t-

putkista ja sarkoplasmakalvostosta. T-putkiston avulla lihassolun aktiopotentiaali pääsee solun pinnalta sarkoplasmakalvostoon. Kalsium ionien vapautuminen sarkoplasmakalvostosta käynnistää lihassupistuksen. (Leppäluoto et al. 2008, 98–101.)

Lihasta ympäröi peitinkalvo, jota kutsutaan fasciaksi. Peitinkalvon jatkeena on jänteitä, jotka kiinnittyvät luukalvoon sekä luun kollageenisyihin. Lihaksen supistumisen edellytyksenä on jänteiden ja kalvojen kiristyminen. (Leppäluoto et al. 2008, 100.)

Lihasten kyky tuottaa energiaa joko hapen avulla tai ilman happea on eri lihaksissa erilainen. Hitaat lihassytyt (tyyppi 1) ovat sopeutuneet hapelliseen eli aerobiseen energiantuotantoon. Hitaita lihassoluja kutsutaan myös punaisiksi lihaksiksi, koska niissä on paljon happea sitovaa myoglobiinia. Nopeat lihassytyt (tyyppi 2 tai tyyppi 2b) ovat sopeutuneet hapettomaan eli anaerobiseen energiantuotantoon. Nopeat lihassytyt tuottavat ATP:tä anaerobisesti, muodostavat maitohappoa ja väsyvät helposti. Välihyppin lihassytyt (tyyppi 2a) tuottavat energiaa aerobisesti eivätkä ne väsy helposti (Leppäluoto et al. 2008, 105–106.) Lihaksissa voi olla lomittain eri tyyppin lihassyitä, mutta samaan motoriseen yksikköön kuuluvat lihassytyt ovat samaa tyyppiä. Lihastyypin määräytyy siitä hermottavan hermosolun mukaan. Lihastyön rasittavuus ratkaisee, mitkä lihassytyt tekevät päätyön. (Nienstedt et al. 2008, 144.)

### 3.2 Alaraajojen ojentajalihakset

Ylöspäinsuuntautuvat hyppyt testaavat alaraajojen ojentajalihashen kykyä tuottaa räjähtävästi ylöspäinsuuntautuvaa voimaa. Liikkeen aikana lonkka-, polvi- ja nilkkanivel ojentuvat. Ojennusliikkeen päälihasryhmät ovat: m. gluteus maximus, m. quadriceps femories, m. triceps surae. (Kyröläinen 2004, 151–152.)

Lonkkanivelen ojennusliikkeessä alaraaja siirtyy taakse sagittaalitasossa os iliumiin nähden. Polvinivelen asento vaikuttaa lonkan ojennusliikkeen liikelaajuuteen. Polvinivelen ollessa koukussa polvinivelen koukistajalihashen teho toimia lonkan ojentajina on alentunut. Lanneselän asento vaikuttaa myös ojennuksen liikelaajuuteen. Lantion ollessa kallistuneena eteenpäin lonkan ojennuksen liikelaajuus lisääntyy. Lig. iliofemoral puolestaan rajoittaa ojennusliikkeen laajuutta. (Kapandji 1997, 14.) Lonkkanivelen pääojentajalihas on reisiluun yläosaan kiinnittyvä m. gluteus maximus. M. gluteus maximus on kehon suurin ja voimakkain lihas. Sen apuna toimivat m. gluteus medius ja m. gluteus minimus. (Kapandji 1997, 50.)



M. gluteus maximus lähtee os iliumin posterioriselta gluteaalilinjalta välittömästi crista iliacaan yläpuolelta ja takaa, m. erector spinae aponeuroosista, os sacrumin alaosaan ja os coccyxin reunalta lig. sacrotuberaalesta ja fasciasta, joka peittää m. gluteus mediuksen. Särkeet laskeutuvat lateraalisesti ja yhtyvät paksuun jännemäiseen laminaan ohittaen trochanter majorin ja kiinnittyen fascia lataen tractus iliotibialikseen. Alaosan syvät särkeet kiinnittyvät tuberositas gluteaan. M. gluteus maximusta hermottaa inferiorinen gluteaalihermo, L5 ja S1–S2. (Mahadevan 2008, 1368–1369.)

Toisena lonkan ojennusliikkeen päälihasryhmänä ovat polven lähelle kiinnittyvät polvinivelen koukistajat eli hamstring-lihakset. Näihin kuuluvat m. biceps femoris, m. semimembranosus ja m. semitendinosus. Polven koukistusliikettä avustaa osa lähentäjähakista ja erityisesti m. adductor magnus. (Kapandji 1997, 50.)

M. biceps femoris lähtee kahdesta proksimaalisesta origosta. Pitkä pää lähtee infero-mediaalisesti tuber ischiin yläosasta yhteisellä janteella m. semitendinosuksen kanssa. Lyhyt pää lähtee linea asperan lateraaliosasta, m. vastus lateraliksen ja m. adductor magnuksen välistä. Pitkän pään särkeet päättyvät aponeuroosiin, joka peittää lihaksen posteriorisen pinnan. Lyhyen pään särkeet yhdistyvät aponeuroosiin asteittain kaventuen ja muodostaen janteen. Suurin osa janteesta kiinnittyy os fibulan päähän ja loput jakautuvat kolmeen laminaan. M. biceps femoriksen hermotus tulee n. ischiadicuksesta L5, S1–S2. N. ischiadicus jakautuu kahteen osaan ja hermotus pitkään päähän tulee tarkemmin n. tibialiksesta ja lyhyeen päähän n. fibulariksesta. (Mahadevan 2008, 1377.)

Polviniveltä ojentaa sääriluun etukyhmyyn yhteisellä janteella kiinnittyvä m. quadriceps femoris, joka koostuu nimensä mukaan neljästä osasta. Näistä m. vastus medialis, m. vastus lateralis ja m. vastus intermedius ovat yksinivelisiä. M. rectus femoris on kaksinivelinen. Reisilihaksien supistuessa syntyy reiden akselin mukainen ylöspäin suuntautuva voima. Patella lisää m. quadriceps femoriksen tehoa merkittävästi siirtämällä vipuvartta pidemmäksi. (Kapandji 1997, 114.) Ensimmäinen osa on reiden etupuolella ja päällä sijaitseva m. rectus femoris, toinen osa on reiden sisäpuolella oleva m. vastus medialis, kolmas osa on reiden ulkosivulla oleva m. vastus lateralis ja neljäs osa on reiden keskellä ja alla kulkeva m. vastus intermedius. M. quadriceps femorista hermottaa n. femoralis L2–L4. (Mahadevan 2008, 1373–1374.)

M. rectus femoris lähtee os iliumista kahdella origolla. Suora jänne lähtee spina iliaca anterior inferiorista. Toinen jännteistä lähtee nivelkapselista ja acetabulummin yläpuolella olevasta urasta. Nämä kaksi jännettä yhtyvät muodostaen aponeuroosin, joka jatkaa kulkuaan lihaksen etupinnalla. Tästä lihaksen säikeet saavat alkunsa. Lihaskulkee suoraan alas reiden keskeltä, alaosassa asteittain kaventuena paksuksi tasaiseksi jännteeksi, joka kiinnittyy patellan pohjaan. (Mahadevan 2008, 1373.)

M. vastus medialis lähtee sisemmän trochanter linjan alaosasta, proksimaalisesti mediaalisesta supracondylar linjasta ja linea asperan mediaaliselta huulelta. M. vastus medialis on myös yhteydessä m. adductor longuksen ja m. adductor magnuksen jännteisiin sekä mediaaliseen intermusculariseen septumiin. M. vastus medialis säikeet kulkevat 15°:een kulmassa, ja suurin osa säikeistä yhtyy aponeuroosiin, joka kiinnittyy patellan mediaalireunaan ja quadriceps-jännteeseen. Tämä aponeuroosi vahvistaa polvinivelen kapselia ja kiinnittyy os tibian mediaalikondyylin alapuolelle. Alaosassa on m. vastus medialis obliquus, jonka säikeet ovat melkein horisontaaliset ja kiinnittyvät patellan yläosaan. Suurelta osalta patellan mediaalireunaan kiinnittyvät säikeet ovat m. adductor magnuksen jännteistöä. Tällä kiinnityksellä on tärkeä rooli patellofemoraalinivelen toiminnassa. (Mahadevan 2008, 1373–1374.)

M. vastus lateralis on suurin m. quadriceps femoriksen osa. M. vastus medialis lähtee leveästä aponeuroosista sisemmän trochanter linjan yläosasta, trochanter majorin etu alareunalta, tuberositas glutealiksena lateraalihiuulelta ja lähemmältä puolikkaalta linea asperan lateraalihiuulelta. Lihaksen massa kiinnittyy alaosassa vahvaan aponeuroosiin, joka kapenee tasaiseksi jännteeksi. Jänne kiinnittyy patellan pohjaan ja patellan lateraalireunaan. Jänne sulautuu quadriceps-jännteeseen, ja sillä on myös yhteys polven nivelkapseliin ja sieltä edelleen os tibian lateralikondyyliin sekä tractus iliotibialikseen. (Mahadevan 2008, 1374.)

M. vastus intermedius lähtee os femurin yläosan etupuolelta ja sivulta sekä lateraalisen intermuscular septumin alaosasta. Lihask päättyy aponeuroosiin, joka muodostaa syvän osan quadriceps-jännteestä. Jänne kiinnittyy patellan lateraalireunaan ja os tibian lateralikondyyliin. (Mahadevan 2008, 1374.)

Nilkan ojentajalihasia on kuusi, jotka määrittävät sijaintinsa mukaa koukistus- ojennus- akselin takapuolella sijaitseviksi. Pääsuorittajana on yksi kehon voimakkaimmista lihaksista m. triceps surae. M. triceps surae, joka koostuu m. gastrocnemiuksista ja

m. soleuksesta, on kiinnittynyt yhteisellä jänteellä (achilles tendon) kantaluun takaosaan. (Kapandji 1997, 214.)

M. gastrocnemius on kaksinivelinen ja m. soleus yksinivelinen. Polvinivelen koukistus vähentää m. gastrocnemiuksen tehokkuutta olennaisesti. Polvinivelen ollessa ojennettuna m. gastrocnemius toimii tehokkaimmillaan. Achilles-jänne kiinnittyy kantaluun takaosaan, mutta siihen kohdistuva voima kohdistuu ylemmäksi ja suhteellisen kauaksi insertiosta kohtaan, jossa jänne koskettaa kantaluuta. Tästä muodostuva vipuvarsi lisää nilkkanivelen ojentumisen tehokkuutta. (Kapandji 1997, 214–216.)

M. gastrocnemius on pinnallisín säären takaosan lihaksista. M. gastrocnemius lähtee kahdesta origosta os femurin kondyyleistä vahvoilla litteillä jänteillä. Molemmat päät ovat yhteydessä polvinivelen kapseliin. Lihaksen massa jatkuu puoleen väliin säärtä muodostaen aponeuroosin, jossa m. gastrocnemiuksen päät yhtyvät. Aponeuroosi kapenee asteittain ja yhtyy m. soleuksen jänteeseen, josta calcaneus-jänne muodostuu. Lihasta hermottaa n. tibialis S1–S2. (Mahadevan 2008, 1420–1421.)

M. soleus on leveä ja litteä lihas, joka on heti m. gastrocnemiuksen alla. Se lähtee os fibulan pään takapuolelta, os fibulan varren yläneljänneksestä, soleuslinjalta ja mediaalireunan keskikolmanneksestä. Suurimmaksi osaksi m. gastrocnemius peittää m. soleuksen, mutta pohkeen keskiosan jälkeen m. soleus on leveämpi kuin m. gastrocnemiuksen jänne. M. soleus yhtyy jänteellä m. gastrocnemiuksen jänteeseen, josta calcaneus-jänne muodostuu. M. soleusta hermottaa n. tibialis S1–S2. (Mahadevan 2008, 1421.)

Nilkassa harvoin nähdään puhdasta ojennusliikettä vaan liikkeeseen kytkeytyy m. triceps suraen lisäksi viisi muuta lihasta, jotka tuottavat lähennys-, loitonnus-, sisäkierto- ja ulkokierto- liikettä. Nämä nilkan ulko- ja sisäsivulla olevat lihakset ovat: m. peroneus brevis, m. peroneus longus, m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus ja m. flexor hallucis longus. Näiden lihasten ojennusvoima on vain 1/14 koko nilkan ojennusvoimasta. (Kapandji 1997, 218.)

### 3.3 Voimantuoton biomekaaniset tekijät

Viitasalon, Ranisen & Liitsolan (1985, 46) mukaan hermolihaskäytön voimantuottoon vaikuttavia tekijöitä ovat: lihassupistustavat, lihassolun ja lihaksen pituus, ni-

velkulma, voima - aika-riippuvuus, voima - nopeus-riippuvuus ja venytys-refleksi. Muita voimantuottoon vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa ikä, sukupuoli, ruumiinrakenne ja psykologiset tekijät, kuten motivaatio.

Lihaksen supistumistavat jaetaan isometriseen ja dynaamiseen, joista dynaaminen supistumistapa jaetaan konsentriseen ja eksentriseen lihassupistukseen (Häkkinen 2004, 128). Lihassupistuksen kriteereinä käytetään supistuksen aikaista lihaspituuden muutosta, liikenopeutta tai kuormitusta. Isometrisessä lihassupistuksessa lihaksen pituus ei muutu eikä kuorma liiku edes maksimaalisella jännitystasolla. Konsentrisessä lihastyössä lihas lyhenee supistuksen aikana ja eksentrisessä lihastyössä lihas venyy supistuksen aikana. Eksentrisesti supistuva lihas tuottaa suuremman maksimivoiman kuin isometrisessä supistuksessa, jossa tuotettu voima on suurempi kuin konsentrisessä supistuksessa. (Viitasalo et al. 1985, 46–47.)

Voima - pituus-riippuvuus vaikuttaa lihaksen voimantuottoon. Lihas pystyy tuottamaan eniten voimaa, kun sarkomeerien keskipituuksilla poikkisiltojen määrä aktiini- ja myosiinifilamenttien välillä on suurimmillaan. (Häkkinen 2004, 129.) Pienin voima saavutetaan joko äärimmäisen supistuneissa tai venyneissä asennoissa, jolloin sarkomeeri on äärimmilleen lyhentynyt tai venynyt. Tuotetun voiman määrä on riippuvainen muodostuneiden välisiltojen lukumäärästä. Lihaksen sidekudoksella on vaikutusta lihaksen pituuden ja voiman väliseen suhteeseen erityisesti eksentrisessä lihastyössä ulkoista voimaa vastaan. (Viitasalo et al. 1985, 50.)

Lihaksen kiinnityskohdan etäisyys nivelestä on keskeinen tekijä lihaksen voimantuoton näkökulmasta. Tätä kutsutaan voima - nivelkulma-riippuvuudeksi. Mitä kauempana kiinnityskohta on nivelestä, sitä pienemmällä lihasvoimalla kuormaa voidaan liikuttaa. Kullekin nivelliikkeelle voidaan mitata oma nivelkulman ja niveltä liikuttavan lihaksiston voimakäyrä, koska jokaisella lihaksella on tietty lihaspituus, jolloin voimantuotto on suurin ja koska jokaisella lihaksella on nivelen asento, jolla lihas vääntää eniten. Voima - nivelkulma-riippuvuutta kuvataan vääntömomentilla (Nm). Vääntömomentin suuruuteen vaikuttavat sekä lihaksen tuottama voima että vääntävän vipuvarren pituus. (Viitasalo et al. 1985, 51–53.) Esimerkiksi vertikaalihypyssä tuotettu voima riippuu työskentelevistä lihaksista, lihasryhmistä ja nivelkulmista (Häkkinen 2004, 129).

*”Lihaksen voiman tuottamiseen kuluva aika voidaan kuvata voima - aika-käyrän avulla”* (Häkkinen 2004, 128). Jokaiselle lihakselle ja lihasryhmälle pystytään mittaamaan maksimivoiman ohella yksilöllinen voima - aika-käyrä, jolloin testattava pyrkii tuottamaan maksimaalisen voimansa mahdollisimman lyhyessä ajassa. Käyrän jyrkkyys riippuu lihassolujakauman ohella siitä, kuinka monta motorista yksikköä testattava pystyy rekrytoimaan kertosuoritukseensa mahdollisimman suurella syttymisfrekvenssillä. (Häkkinen 2004, 129). Yhden motorisen yksikön voimantuotto riippuu yksilön lihassolujen lukumäärästä ja tyypistä (hidas-nopea), lihassolujen harjoitusasteesta ja toiminnan samanaikaisuudesta (Viitasalo et al. 1985, 60).

Maksimivoiman tuottamiseen menee aikaa noin 0,5–2,5 sekuntia, mutta esimerkiksi vertikaalihypyssä voimantuottoaika on vain noin 100–300 millisekuntia. Lihasjännityksen suuruudesta riippuu, kuinka kauan tiettyä voimatasoa voidaan ylläpitää. Varsinkin alhaisia isometrisiä lihasjännityksiä pystytään ylläpitämään huomattavia aikoja, mutta suuria lihasjännityksiä puolestaan vähemmän aikaa, mikä johtuu muun muassa lihaksen energiavarastojen ehtymisestä ja happamien aineenvaihduntatuotteiden kerääntymisestä lihakseen. (Häkkinen 2004, 129.)

Kun supistusnopeus lisääntyy eksentrisen työn aikana, lihaksen tuottama voima kasvaa, mutta konsentrisessä lihastyössä käy päinvastoin eli supistusnopeuden kasvaessa lihaksen voimantuotto alenee. Esimerkiksi konsentrisen vertikaalihyppy kehon painolla vastaa hyvin alaraajojen ojentajalihaksiston voima - nopeus-käyrää. Jos vastaava testi tehdään lisäkuormalla, voidaan siitä laatia kuorma - hyppyykorkeus-käyrä. (Häkkinen 2004, 128.) Voima - nopeus-käyrän muotoon vaikuttaa lihassolu-jakauma, koska mitä enemmän lihas sisältää nopeita lihassoluja sitä korkeammalla voima - nopeus-käyrä sijaitsee nopeuspäänsä osalta (Häkkinen 2004, 128; Viitasalo et al. 1985, 64).

### 3.4 Hermolihasjärjestelmä

Hermosto jaetaan toiminnallisesti somaattiseen ja autonomiseen hermostoon. Somaattisen hermoston tehtävä on tahdonalaista ja se aiheuttaa poikkijuovaisten lihasten supistumisen. Autonominen hermosto säätelee tahdosta riippumattomia toimintoja. Anatomisesti hermosto koostuu keskushermosta, johon kuuluvat aivot ja selkäydin, ja ääreishermostosta, johon kuuluvat kaikki keskushermoston ulkopuolella olevat hermot. Ääreishermostossa ja keskushermostossa on molemmissa sekä somaattisia että autonomisia hermoja. Hermostojen solukalvoilla kulkevat ionivirrat saavat aikaan toi-

mintoja. Hermosoluissa kulkee hermoimpulsseja, jotka välittäjäaineen avulla välittävät tietoa synapseissa solusta toiselle. Hermot voidaan jakaa myös efferentteihin ja afferentteihin hermoihin. Efferentit eli motoriset hermot kuljettavat tietoa keskushermostosta poispäin. Afferentit eli sensoriset hermot taas vievät tietoa keskushermostolle. (Leppäluoto et al. 2008, 392.)

Poikkijuovaisen lihassyyn supistumisen saa aikaiseksi aksonin haaraa kulkevat hermoimpulssit. Impulssit siirtyvät hermolihaskuitukseen ja edelleen lihassoluun välittäjäaineen asetyylikoliinin avulla. Motorinen yksikkö muodostuu liikehermosolusta ja kaikista sen hermottamista lihassoluista. Aktiopotentiaali lähtee motorisesta päätelevystä ja etenee lihassyyn kalvoa pitkin. Aktiopotentiaali etenee t-putkia pitkin ja leviää lihassyyn sisään t-järjestelmässä. (Nienstedt et al. 2008, 78–79.)

Solukalvolla etenevää jännitemuutosta kutsutaan aktiopotentiaaliksi. Tämän avulla tieto välittyy elimistössä. Saapuessaan solukalvolle lepopotentiaali häviää ja aktiopotentiaali saa aikaan depolarisaation. Natriumioneja virtaa solun sisään ja negatiivinen varaus vaihtuu hetkeksi positiiviseksi. Tuhannesosasekunnin kuluttua aktiopotentiaalin alkamisesta solukalvo muuttuu kaliumioneja läpäiseväksi. Tätä aktiopotentiaalin toista vaihetta kutsutaan repolarisaatioksi, jolloin käänteispotentiaali häviää ja lepopotentiaali palautuu solukalvolle. Hyperpolarisaatioksi kutsutaan aikaa, jolloin jännite on lyhyen ajan normaalia negatiivisempi. (Nienstedt et al. 2008, 69–72.)

Aktiopotentiaalin jälkeen solukalvolla on lyhyt toipumisaika eli absoluuttinen refraktaariaika. Tänä aikana uutta aktiopotentiaalia ei voi syntyä. Välittömästi tämän jälkeen tapahtuvan hyperpolarisaation aikana uusi aktiopotentiaali on mahdollinen. Tätä aikaa kutsutaan suhteelliseksi refraktaariajaksi. Aktiopotentiaalin syntymiseen tänä aikana tarvitaan normaalia suurempi ärsyke. Kalium karkaa ulos solusta ja vain suurempi raja-arvon ylittävä jännite saa aikaan varauksen muuttumisen uudelleen positiiviseksi. (Leppäluoto et al. 2008, 417–418.)

Aksoni noudattaa kaikki tai ei mitään -sääntöä. Kynnysarvon ylittävä kalvojännitteen pieneneminen saa aikaan täysmittaisen impulssin, joka leviää kaikkiin aksonin haaroihin. Viestiä voidaan säädellä ainoastaan aikayksikön eli frekvenssin avulla. (Nienstedt et al. 2008, 69–72.)

### 3.5 Testauksen välittömät vaikutukset hermolihaskäyttöjärjestelmään

Suurella intensiteetillä tapahtuvien voimatestien välitön vaikutus ilmenee niin sanottuna hermostollisena väsymisenä. Harjoitusväsymyksen takia testattavan hermostollisen kapasiteetti kuormitettujen lihasten maksimaaliseen tahdonalaiseen aktivointiin laskee noin 5–10 maksimaalisen suorituksen jälkeen. Tämä voidaan todeta joko kuormitettujen lihasten maksimivoiman tai maksimaalisen EMG:n vähenemisenä. (Häkkinen 2004, 130.)

Lyhyissä muutaman sekunnin suorituksissa maitohappoa ei pääse vielä muodostumaan, koska käytössä ovat välittömät energianlähteet. Kun voimantuoton kesto pidentyy, muuttuvat energiavaatimukset välittömistä energianlähteistä anaerobisiin energialähteisiin ulottuen lopulta aerobisiin energianlähteisiin. Maitohapon muodostumisen myötä lihaksen happamoituminen heikentää lihaksen voimantuottoa, lihasentsyymien toimintaa ja lihaksen kykyä supistua. Testattavan välittömät väsymisvaikutukset tulee huomioida, kun suunnitellaan testien järjestystä, ajoitusta, testien välisten taukojen pituutta ja testien kokonaismäärää. (Häkkinen 2004, 130–131.)

### 3.6 Venytysrefleksi, lihassukkula ja elastinen energia

Venytysrefleksi on mekanismi, jossa lihasta venytettäessä saadaan aikaan sen reflektorinen kontraktio eli lihassupistus. Se on elintärkeä mekanismi sekä lihastonuksen ylläpitoon että pystyasennon ylläpitoon kaulan-, selän- ja alaraajojen lihaksistojen avulla. (Crossman 2008, 261.) Refleksikaari koostuu lihassukkulan venytysreseptorista, siitä lähtevästä tuntohermosyystä ja lihasta supistavasta alfa-motoneuronista. Lihassukkulan venytysreseptori reagoi lihaksen venytykseen. Venytysreseptori aktivoituu, jolloin sensorinen tieto jatkaa kulkuaan selkäyttimeen tuntohermosyyn välityksellä. Selkäytimessä tuntohermosyy yhdistyy alfa-motoneuronin kanssa, jolloin lihas supistuu. (Leppäluoto et al. 2008, 427.) Samaan aikaan antagonistilihasten toiminta inhiboituu primäärin afferenttihermon kytköksillä inhibitorisen välineuronin kautta (Crossman 2008, 261).

Lihassukkulat koostuvat lihaksen sisällä olevista erikoistuneista lihassoluista ja niitä hermottavista hermosyistä (Leppäluoto et al. 2008, 425). Niiden päätehtävä on viedä sensorista informaatiota lihaksesta ja sen liikkeistä keskushermostoon. Lihassukkulat

aistivat lihaksen pituutta sekä levossa että supistuksen ja relaksaation aikana, supistuksen nopeuden ja nopeuden vaihtelun muutoksia. (Wigley 2008, 61.)

Aktiini- ja myosiinifilamenttien väliset poikkisillat ja lihaksiston sidekudosrakenteet kykenevät varastoimaan itseensä elastista energiaa. Venymis-lyhenemissykli eli venytysrefleksi tapahtuu, kun aktiivista lihasta nopeasti venytettäessä eksentrisesti lihas supistuu nopeasti uudelleen konsentrisesti (esimerkiksi esikevennetty vertikaalihyppy). Lihassoiman lisääntyminen johtuu sekä lihaksen elastisista rakenteista että hermoston reflektorisen aktivaation lisääntymisestä, mitä käytetään hyväksi kaikessa liikkumisessa. Tästä johtuu muun muassa se, että esikevennetyssä vertikaalihypyssä pystytään hyppäämään korkeammalle kuin staattisessa vertikaali-hypyssä. Tätä eroa kutsutaan elastisuudeksi. (Häkkinen 2004, 130.)

### 3.7 Lihaksen energiankäyttö räjähtävässä nopeassa lihastyössä

Solut tuottavat energiaa glykolyysillä, sitruunahappokierrolla ja oksidatiivisella fosforylaatiolla käyttäen rasvoja ja hiilihydraatteja. Proteiineja käytetään energiantuottamiseen ainoastaan poikkeustapauksissa. Solujen energiantuotto on joko aerobista tai anaerobista. Lihakset voivat tuottaa lyhytaikaisesti energiaa anaerobisesti. Glukoosin hajoamista ilman happea sanotaan glykolyysiksi. Tämä anaerobinen lihastyö tuottaa solulimassa palorypälehappoa ja maitohappoa. Yhtä glukoosi-molekyyliä vasten syntyy vain kaksi ATP-molekyyliä. Koska glykogeenivarastot ovat rajalliset, maksimisuoritus voi kestää vain vähän aikaa. Kun happi on mukana energiantuotossa, kahdesta ATP-molekyylistä saadaan sitruunahappokierron ja oksidatiivisen fosforylaation avulla tuotettua 34 ATP-molekyyliä. Lisäksi prosessissa muodostuu vettä ja hiilidioksidia. (Leppäluoto et al. 2008, 45–47.)

Runsasenergiisiin fosfaatteihin varastoitunut energia ATP riittää teoriassa vain muutaman sekunnin lihassupistukseen. Energiaa tuotetaan kuitenkin jatkuvasti lisää ADP-molekyylin avulla. Lihassupistuksen aikana ATP pilkkoutuu ADP:ksi, mutta kreatiini-fosfaatti muuttaa sen välittömästi takaisin ATP:ksi. Voimakkaan lihastyön aikana elimistö pystyy tekemään happivelkaa. Voimakkaasti työskentelevät lihakset käyttävät veren hemoglobiiniin ja lihasten myoglobiiniin sitoutunutta happea. (Nienstedt et al. 2008, 85–87.) Heti lihastyön alettua elimistö muodostaa ATP:tä anaerobisesti välillisistä energian lähteistä: glukoosista ja glykogeenivarastoista. Glykolyysin avulla voi-



daan tuottaa energiaan noin 45 sekunnin työhön. Anaerobisessa lihastyössä syntyvä maitohappo heikentää lihaksen voimantuottoa. (Häkkinen 2004, 130.)

Voimakas lihastyö saa aikaa lihassyiden paksuuntumista, mikä puristaa verisuonia. Jatkuva tetaaninen jännitys saa aikaan happamien aineenvaihduntatuotteiden kertymisen lihaksiin. (Nienstedt et al. 2008, 85–87.) Lyhytkestoisessa voimakkaassa lihastyössä käytetään pääasiassa välittömiä energianlähteitä, jotka palautuvat noin kahdessa minuutissa lähtötasolleen. Voiman testauksessa energialähteiden riittävyys ei yleensä muodostu ongelmaksi. (Häkkinen 2004, 130.)

Lihasten teho on lihasten kykyä muuttaa käyttämänsä energia mekaaniseksi työksi. Harjoittelu vaikuttaa lihasten työkykyyn. Harjoittelulla lihaksen verenkierto paranee sekä glykogeenivarastot kasvavat. Filamentteja ja mitokondrioita tulee lisää sekä lihassolut paksunevat, mutta uusia lihassoluja ei synny. (Nienstedt et al. 2008, 88.)

### 3.8 Vertikaalihyppy alaraajojen lihasvoiman testauksessa

Vertikaalihyppyt testaavat alaraajojen ojentajalihasten kykyä tuottaa räjähtävää ylöspäinsuuntautuvaa voimaa. Jos hyppykorkeutta ei määritellä seinäkosketuksesta, tarvitaan tällöin erityisiä mittalaitteita, kuten tässä tutkimuksessa voimalevyä (Hur Labs FP4, Finland), hyppykorkeuden mittaamiseksi. Hypyn korkeuteen vaikuttavat käsien liike, polvikulma ja esikevennys. Suorituksen aikana on tärkeää kontrolloida kyykistymisen syvyyttä ja kestoa sekä alastuloasentoa. Jos suorituksessa sallitaan käsien heilautus tai vauhdinotto, taidon merkitys korostuu. Taidon merkitystä voidaan vähentää pitämällä esimerkiksi kädet vyötäröllä. (Kyröläinen 2004, 151–153.)

Yleisimpiä vertikaalihyppyjä ovat staattinen vertikaalihyppy, esikevennetty vertikaalihyppy ja pudotushyppy. Staattinen vertikaalihyppy kuvastaa konsentrista voimantuotokykyä. Esikevennetyssä vertikaalihypyssä ja pudotushypyssä tulokseen vaikuttavat konsentrisen voimantuoton ohella hermolihajärjestelmän kyky hyödyntää elastista energiaa. Staattinen- ja esikevennetty vertikaalihyppy soveltuvat sekä tavallisille ihmisille että urheilijoilla, koska ne ovat voimanopeusalueen perustestejä. (Kyröläinen 2004, 153.)

Staattisen vertikaalihypyn lähtöasennossa polvet ovat 90°:een kulmassa, kädet lanteilla ja selkä suorana. Jotta elastinen vaikutus pystytään minimoimaan, lähtöasentoon

laskeudutaan rauhallisesti ja siinä pysytään yleensä 2–3 sekuntia. Alastulossa testattava tulee alas päkiöille polvet suorina, mutta eivät lukittuina. Paras hyppy kolmesta kirjataan tulokseksi. (Kyröläinen 2004, 153.)

Esikevennetyn vertikaalihypyn alkuasennossa seistään kädet lanteilla, josta kevennetään nopeasti 90° polvikulmaan ja hypätään maksimaalisesti ylöspäin. Hypyn aikana kädet pysyvät lanteilla ja selkä pysyy suorana. Alastulo on samanlainen kuin staattisessa hypyssä. Paras suoritus kolmesta jää voimaan. (Kyröläinen 2004, 154.) Näistä testeistä saatuja tuloksia voidaan vertailla keskenään ja tulokseksi saadaan elastisuusprosentti. Tällä tarkoitetaan kykyä hyödyntää elastista energiaa. Esikevennetty vertikaalihyppy on keskimäärin 5–15 prosenttia parempi kuin staattinen vertikaalihyppy. Elastisuus tuotetaan pääosin venytysrefleksin ja elastisten osien avulla. (Ahtiainen et al. 2004, 286–287.)

Pudotushyppy on luonteeltaan esikevennettyä vertikaalihyppyä vaativampi ja tehokkaampi, mutta testaa käytännössä samoja ominaisuuksia. Pudotukset voidaan tehdä eri korkeuksilta (esimerkiksi 20 cm, 40 cm ja 60 cm) kontaktimatolle tai voimalevyille, josta suoritetaan räjähtävä ponnistus suoraan ylöspäin kädet lantiolla ja selkä suorana. Testiä voidaan soveltaa alastulotekniikan osalta, jolloin korostetaan joko pohjelihaksiston tai polven ojentajalihaksiston voimantuottoa. (Kyröläinen 2004, 154.)

#### 4 TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli tutkia kinesioiteippauksen vaikutusta vertikaalihyppyyn. Tutkimusongelmiksi muodostuivat seuraavat kysymykset:

1. Miten alaraajojen pääojentajalihasten kinesioiteippaus vaikuttaa välittömästi vertikaalihypyn tulokseen?
2. Miten alaraajojen pääojentajalihasten kinesioiteippaus vaikuttaa viivästyneesti vertikaalihypyn tulokseen?
3. Minkälaisia eroja välittömän ja viivästyneen vasteen välille muodostuu?
4. Minkälaisia eroja vertikaalihypyssä muodostuu koe- ja kontrolliryhmän välille?

## 5 KOKEELLINEN TUTKIMUS

Kinesioteippaus oli aiheena erittäin ajankohtainen, koska se on hyvin kiistanalainen ja vähän tutkittu hoitomenetelmä. Lähdimme hankkimaan tietoa aiheesta ja sitä koskevista tutkimuksista. Näiden tutkimusten pohjalta syntyivät tämän opinnäytetyön teoriaosan tutkimuskysymykset. Teoriaosaan perehtymisen jälkeen aloitimme mittausten suunnittelun, valmistautumisen ja toteutuksen.

### 5.1 Testiryhmien valinta

Tutkimuksen perusjoukkona toimivat KTP-Basketin mieskoripalloilijat ja A-juniorit. Poissulkukriteereillä karsittiin pois henkilöt, joilla oli ollut selän, lonkan, polven tai nilkan diagnosoitu vamma 6 viikon sisällä.

Koehenkilöt voidaan valita tutkimukseen kahdella tavalla: satunnaisesti tai ei-satunnaisesti (Metsämuuronen 2005, 53). Tässä tutkimuksessa koehenkilöt ovat valittu tutkimukseen ei-satunnaisesti, koska halusimme soveltaa kinesioteippausta urheilijoihin, joiden lajille on ominaista räjähtävä voimantuotto ja runsas hyppiminen.

Kaikki testattavat eivät olleet täysi-ikäisiä. Täten kysyimme lupaa testaukseen heidän huoltajiltaan erillisellä lomakkeella (liite 1). Jos huoltaja ei halunnut, että heidän lapsi osallistuu testiin, he ilmoittivat siitä lapsen valmentajalle.

### 5.2 Tutkimusasetelma

*”...kokeellisin menetelmin saavutettua tietoa arvostetaan luotettavimmaksi mahdolliseksi tiedoksi erityisesti kun halutaan tietoa syystä ja seurauksesta tai tehdä mahdollisimman aukottomia päätelmiä tutkimustuloksista”* (Metsämuuronen 2005, 1129). Kokeellisessa tutkimuksessa mitataan yhden käsiteltävän muuttujan vaikutusta toiseen muuttujaan niin kuin tässä tutkimuksessa kinesioteipin vaikutusta vertikaalihyppyyn (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2000, 122). Muuttujien välillä on oltava jatkuva yhteys siten, että tulosta ei voi selittää mahdollisesti kolmannella tekijällä (Metsämuuronen 2005, 1128). Asetelmaltaan aidossa satunnaistetussa kokeellisessa tutkimuksessa tutkijat jakavat testattavat koe- ja kontrolliryhmiin ja tutkimusryhmät ovat satunnaistettu ryhmiin (Metsämuuronen 2005, 1130) ja nämä kriteerit toteutuvat

tässä tutkimuksessa. Liitteessä 2 on kuvattu kokeelliset tutkimusasetelmat painoarvojärjestyksessä.

Tutkimusasetelmassa (taulukko 1) O kuvaa mittauksia eli vertikaalihiippytestiä ja X koevaikutusta eli kinesioiteippausta. O<sub>1</sub> kuvaa alkumittausta, O<sub>2</sub> uusintamittausta ja O<sub>3</sub> loppumittausta. Tämä koeasetelma takaa sen, että koe- ja kontrolliryhmät mitataan samalla mittarilla ennen ja jälkeen koevaikutuksen, jolloin pystytään kontrolloimaan testattavien lähtötaso, koevaikutus ja teippauksen vaikutuksen kesto. Ilman kontrolliryhmää olisi mahdotonta päätellä, johtuuko koevaikutus kokeesta vai jostain muusta tekijästä (Metsämuuronen 2005, 52).

Taulukko 1. Tutkimusasetelma

Tutkimusasetelma				
<b>Koe-ryhmä</b>	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>
<b>Kontrolli-ryhmä</b>	O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>

### 5.3 Kokeellisen tutkimuksen luotettavuustekijät

Ensimmäinen kriteeri luotettavuudelle on, että tutkimus on tehty tieteelliselle tutkimukselle asetettujen kriteereiden mukaan. Mittauksen luotettavuutta voidaan kuvata sekä validiteetilla että reliabiliteetilla, jotka muodostavat yhdessä mittarin kokonaisluotettavuuden. (Heikkilä 2005, 185.) Validiteetilla tarkoitetaan sitä, että tutkitaanko sitä, mitä on tarkoitus tutkia. Se voidaan jakaa sekä ulkoiseen että sisäiseen validiteettiin. Ulkoinen validius tarkoittaa sitä, että muut tutkijat pystyvät tulkitsemaan tutkimustuloksen samalla tavoin. Sisäinen validiteetti kuvaa tutkimuksen sisäistä luotettavuutta. (Metsämuuronen 2005, 57.) Sisäinen validiteetti voidaan jakaa vielä sisällön-, käsite- ja kriteerivalidiuteen (Metsämuuronen 2005, 65; Paunonen & Vehviläinen-Julkunen 1997, 207). Sisällön validiutta tarkasteltaessa tutkitaan, vastaavatko mittarissa tai tutkimuksessa käytetyt käsitteet teoriaa ja kattavatko käsitteet riittävän laajasti kyseistä ilmiötä. Käsitevalidius syventyy sisällön validiutta pidemmälle ulottuen yksittäisiin käsitteisiin. Kriteerivalidiudessa verrataan mittarilla saatua arvoa johonkin arvoon, joka toimii validiuden kriteerinä. (Metsämuuronen 2005, 65–66.)

Mittauksen toistettavuutta kuvataan reliabiliteetilla (Metsämuuronen 2005, 66). Se on myös kykyä tuottaa ei-sattumanvaraisia tuloksia (Heikkilä 2005, 187). Reliabiliteettia voidaan arvioida mittarin pysyvyytenä, vastaavuutena ja sisäisenä johdonmukai-

suutena. Pysyvyys tarkoittaa mittarin herkkyyttä ulkopuolisille vaikutuksille, mitä voidaan arvioida uudelleentestaamalla, jolloin uudelleentestauksen tulisi tuottaa sama arvo kuin alkuperäisessä testissä. Mittarin vastaavuus eli ekvivalenssi ilmoittaa mittauksuloksen samanlaisuuden asteen. Mittarin sisäisen johdonmukaisuuden, internal consistence, arviointi kuvaa mittarin eri osioiden kykyä mitata samaa asiaa. (Paunonen & Vehviläinen-Julkunen 1997, 209–210.) Puutteellinen reliabiliteetti voi johtua muun muassa erilaisista mittaus- ja käsittelyvirheistä, jotka aiheuttavat satunnaisvirheitä. Tulosten tarkkuus riippuu otoksen koosta tiettyyn pisteeseen asti. Mitä pienempi otoskoko on, sitä sattumanvaraisempia tulokset ovat. Pienen otoskoon seurauksena voi syntyä epätarkkaa tietoa todellisesta keskiarvosta. (Heikkilä 2005, 187.)

Markovic, Dizdar, Jukic & Cardinale (2004, 554) tutkivat tutkimuksessaan erilaisten hyppytestien luotettavuutta. He totesivat, että staattinen ja kevennyshyppy ovat reliabileimpia ja valideimpia kenttätutkimuksia testattaessa alaraajojen räjähtävää voimantuottoa, kun mittaukset suoritetaan kontaktimatolla tai voimalevyllä, joka on yhdistetty digitaaliseen ajanottolaitteeseen.

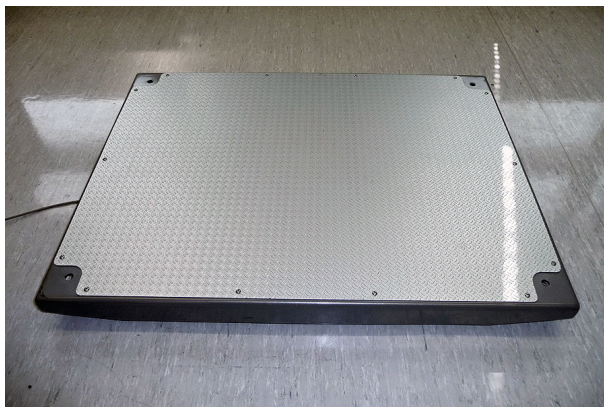
#### 5.4 Voiman mittaaminen

Lihaksen voimantuotto-ominaisuudet voidaan jakaa maksimivoimaan, nopeusvoimaan ja kestovoimaan. Keskityimme tässä osiossa kertomaan nopeusvoimasta, koska se on ominaisuus, jota tutkimme tässä tutkimuksessa. Erilaisilla testeillä voidaan mitata erilaisia ominaisuuksia, mutta yhdellä testillä mitataan pääasiassa yhtä hermolihaskäytännön voimantuotto-ominaisuutta. Testeillä voidaan seurata yksilön kehitystä sekä arvioida yksilön vahvuuksia ja heikkouksia. Laboratoriossa suoritettavilla testeillä on parempi toistettavuus, mikä on tärkeää pienten erojen analysoinnissa. Samasta syystä testien suorittamisessa on noudatettava mahdollisimman yhtenäistä kaavaa ja testien tekemiseen tulee kiinnittää erityisen tarkkaa huomiota. Testien tulee aina perustua vapaaehtoisuuteen, eikä testattavien turvallisuus saa missään vaiheessa vaarantua. (Ahtinen et al. 2004, 284–285.)

Nopeusvoima jaetaan testausopillisesti lähtövoimaan, räjähtävään voimaan ja isoinertiaaliseen voimaan. Vertikaalihypyillä testataan isoinertiaalista voimantuottoa. Isoinertiaalisella voimalla tarkoitetaan kykyä tuottaa voimaa reaktiivisesti luonnollisen liikkeen aikana liikuttaen omaa kehon painoa tai pientä kuormaa. Testien tulokset ilmoi-

tetaan painopisteen nousukorkeutena. Vertikaalihypyjen teho lasketaan voimalevyantureiden avulla. (Kyröläinen 2004, 150.)

Tulosten mittaamiseen käytimme voimalevyä (Hur Labs FP4, Finland), joka on suunniteltu erityisesti hyppytestaamiseen (kuva 1). Levy on neliskulmainen ja sen jokaisessa kulmassa on tarkka anturi, joista jokainen kestää 300 kg painoa. Levyssä on 16-bittinen tiedonkeruukortti ja jokaiselle anturille on erillinen sisäänrakennettu a/d -muunnin. Levy yhdistetään tietokoneen usb-porttiin, josta laite saa myös virtansa. Levyyn tietokoneelle asennettava ohjelmisto sisältää valmiit testiprotokollat hyppytesteille. Hypyn korkeus lasketaan lähtönopeuden (m/s) mukaan. Toinen tapa on mitata hypynkorkeus lentoajan perusteella, mutta lähtönopeuteen perustuva mittaus on tarkempi, koska lentoaikaan perustuvassa mittauksessa saadaan parempia tuloksia, jos alastulovaiheessa polvet on koukussa. Laite sisältää kaikki perushyppytestit: staattisen- ja esikevennetyn vertikaalihypyn sekä pudotushypyn. Lisäksi tuloksista saadaan voimantuottonopeus, impulssi ja maksimivoima. (Voimalevy FP4 PDF-esite.)



Kuva 1. Voimalevy (Hur Labs FP4, Finland)

## 5.5 Mittauksissa teipattavat lihakset ja menetelmät

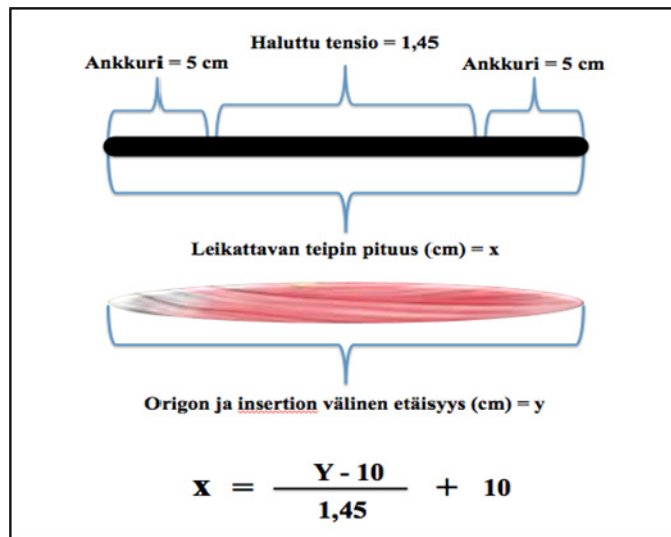
Tässä tutkimuksessa teippasimme alaraajojen pääojentajalihakset: m. gluteus maximus, m. quadriceps femoris ja m. gastrocnemius. Hamstringin lihakset jätettiin teippaamatta, koska vertikaalihypyssä polvinivelen ojennusliike on tärkeä ja hamstring lihakset ovat vastavaikuttajia polvinivelen ojennusliikkeelle. Kasen mukaan ei ole olemassa valmista kaavaa tai ohjetta kaikille erilaisille teippauksille, vaan teippaus on erilaisten tekniikoiden yhdistämistä. Terapeutti arvioi tilanteen ja valitsee teippaukseen käyttämänsä elementit, joilla jokaisella on oma tarkoituksensa. (Kase et al. 2003, 20.) Kinesioiteipiksi valitsimme Jaybird K-Victor 50 mm x 5 m, joka on yleinen Suo-

men markkinoilla oleva kinesioiteippi. Väreinä olivat musta, vaaleansininen ja vaaleanpunainen.

Tähän tutkimukseen olemme valinneet toiminnallisen korjaustekniikan, jossa käytetään pääsääntöisesti I-suikaletta. Tällä tekniikalla pyrimme avustamaan lihasten toimintaa, stimuloimaan mekanoreseptoreita ja tuomaan esijännitystä lihaksiin. Nivel asetetaan siihen asentoon, mitä liikettä halutaan avustaa. Ankkuri kiinnitetään ensin distaaliseen päähän, jonka jälkeen teippiä venytetään ja proksimaaliankkuri kiinnitetään. Kädet laitetaan ankkurien päälle, minkä jälkeen nivel viedään vastakkaiseen asentoon. Tämän jälkeen teipin keskiosa kiinnitetään liuttamalla molempia käsiä teippauksen keskiosaa kohden. (Kase et al. 2003, 36.)

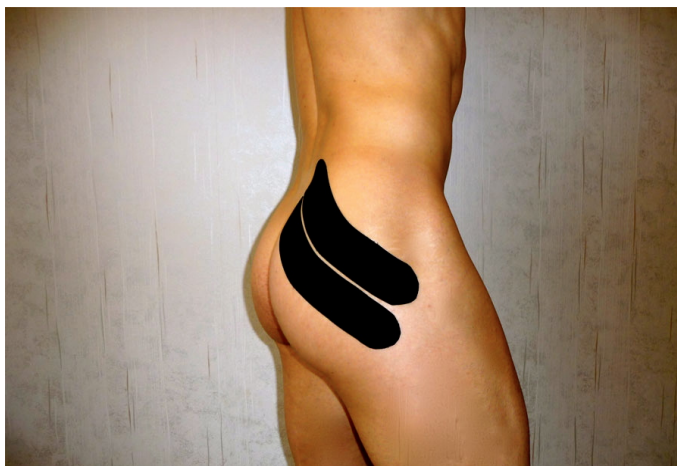
Saadaksemme tasapuolisen tension teippauksiin testasimme kinesioiteipin venyvyyden. Leikkasimme kinesioiteipistä 1 m:n pituisen suikaleen, jonka venytimme mahdollisimman pitkäksi. Näin saimme 100 % venyvyyden lasketuksi teipille. Kinesioiteippi venyi 90 cm, jolloin venyvyyskertoimeksi tuli 1,9. Teipattaessa käytimme 50 % tensiota, joka saadaan kertoimella 1,45.

Mittasimme lihasten origon ja insertion välisen etäisyyden senttimetrimittalla. Laskimme teipin pituuden laskimella vähentämällä teipattavasta etäisyydestä 10 cm (ankkurit), jakamalla jäljelle jäänyt luku 1,45:llä ja lisäämällä tulokseen 10 cm (ankkurit). Näin molempiin päihin jäi 5 cm:n alue, johon ei tule tensiota ja teipin ankkureiden välille saatiin haluttu 50 % tensio. Leikkasimme halutut suikaleet ja suikaleiden päät muotoiltiin pyöreiksi. Tarvittaessa teipin toinen pää halkaistiin kahteen osaan. Ennen teippaamista iho puhdistettiin ja tarvittaessa häiritsevä karvoitus poistettiin. Halutun kinesioiteipin pituuden kaava on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Tarvittavan teipin pituuden kaava

M. gluteus maximus teipattiin seisten ja teipattavan puolen lonkkanivel extensiossa. Teippauksessa käytimme kahta I-suikaletta. Distaalipään ankkurit tulivat trochanter majorin kohdalle ja proksimaalipään ankkurit os iliumin posterioriselle gluteaali linjalle ja os sacrumin lateraalireunaan. Sen jälkeen teipattavaa pyydettiin viemään teipattavan puolen lonkka fleksioon, ottamalla polvesta kiinni ja viemällä se kohti rintaa. Teippi hierottiin kiinni ankkureista kohti keskiosaa (kuva 3).



Kuva 3. M. gluteus maximuksen kinesioiteippaus

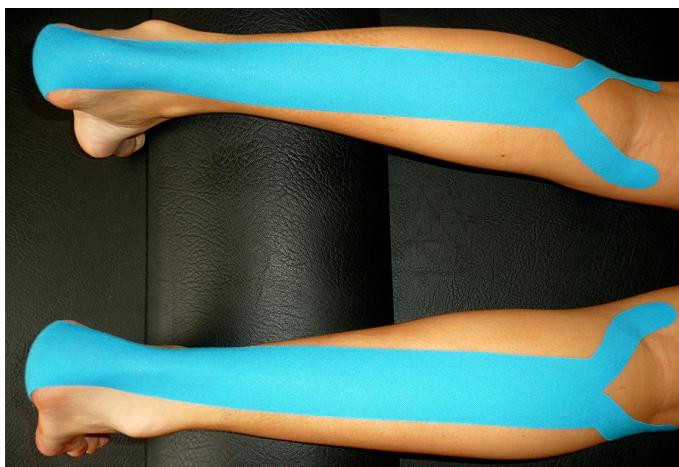
M. quadriceps femorista teipattaessa teipin toinen pää leikattiin keskeltä halki 12 cm matkalta ja päät pyöristettiin. Teipin kaksi ankkuria kiinnitettiin os tibian kondyyliin ja molemmille puolille patellaa. Proksimaalipään ankkuri kiinnitettiin spina iliaca anterior inferioriin. Tämän jälkeen polvinivel koukistettiin, pyytämällä teipattavaa pitämään nilkasta kiinni ja venyttämään etureittänsä. Sen jälkeen teippi kiinnitettiin liuttamalla käsiä ankkureista teipin keskiosaa kohti (kuva 4).





Kuva 4. M. quadriceps femoriksen kinesioiteippaus

M. gastrocnemiusta teipattaessa teipin toinen pää halkaistiin 10 cm matkalta. Teipattava oli vatsamakuulla hoitopöydällä, ja aluksi nilkka maksimaalisessa plantaarfleksiossa. Distaalipään ankkuri kiinnitettiin os calcaneukseen plantaarisesti. Proksimaalipään ankkurit kiinnitettiin os femurin kondyyleihin. Tämän jälkeen potilas dorsifleksoi nilkan ja loppu teippi kiinnitettiin hieromalla ankkureista kohti keskiosaa (kuva 5).



Kuva 5. M. gastrocnemiuksen kinesioiteippaus

## 5.6 Mittausten kriteerit

Keskinen, Häkkinen & Kallinen (2004, 14–15) mukaan testauksen laatua voidaan arvioida pätevyyden (validiteetti), luotettavuuden ja toistettavuuden (reliabiliteetti), muutosherkkyyden (sensitiivisyys), vertailtavuuden ja turvallisuuden perusteella. Jotta testausohjelma olisi hyvä ja tehokas, tulisi sen sisältää vähintään seuraavat asiat:

- Mitattavien muuttujien ja ominaisuuksien pitää olla tarkoitukseen (validius) sopivia sekä käytetyt testimenetelmät pitää olla luotettavia (reliabilius). Urhei-

lijoiden testaamisessa on tärkeintä testimenetelmän lajikohtainen spesifisyys ja menetelmän verrattavuus muihin testimenetelmiin.

- Testiympäristön ja testaamisen tulee olla tarkasti kontrolloitu ja vakioitu, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia. Testitilanne ja sitä edeltävät tapahtumat tulee pyrkiä vakioimaan. Urheilijoita testattaessa testiä edeltävien päivien harjoittelu vaikuttaa oleellisesti testitulokseen, minkä vuoksi testiä edeltävät päivät tulisi olla toistensa kaltaisia.
- Testin tulokset tulkitaan suoraan testattavalle ilman välikäsiä, jolloin oma mitaustulos ei jää testattavalle epäselväksi.
- Testaajien on kunnioitettava testattavan ihmisoikeuksia, jolloin testattavalla on oikeus keskeyttää käynnissä oleva testi hänen sitä halutessa.

## 5.7 Mittausten suunnittelu

Lähdimme rakentamaan mittaustilannetta edellä mainittujen kriteereiden pohjalta. Koeryhmäksi valittiin KTP-Basketin mieskoripalloilijat ja A-juniorit. Vertikaalihyppy valittiin, koska se testaa alaraajojen ojentajalihasten kykyä tuottaa räjähtävää ylöspäinsuuntautuvaa voimaa (Kyröläinen 2004, 151) ja hyppytestien toistettavuus on hyvä (Markovic et al. 2004, 554). Vertikaalihyppy on myös koripalloilijoille lajinominainen suoritus. Mittauksissa käytettiin voimalevyä (Hur Labs FP4, Finland), joka on suunniteltu erityisesti vertikaalihyppyjen mittaamiseen.

Testauksen toistettavuuteen vaikuttavat muun muassa testattava, testilaitteet, testaaja ja ympäristö. Testattavan suorituskyky voi vaihdella esimerkiksi vuorokauden mukaan. Tämän takia testit tulisi tehdä samaan vuorokauden aikaan. Testattavan tulee olla motivoitunut maksimaaliseen suoritukseen, minkä vuoksi testattavaa pitää pyrkiä kannustamaan asianmukaisesti. Testattavalla on oltava riittävästi lepoa suoritusten välillä ja hänen on oltava terve ennen testiä ja sen aikana. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 135.) Täten testattavat, joilla on ollut selän, lonkan, polven tai nilkan diagnosoitu vamma 6 viikon sisällä, karsitaan pois ennen infotilaisuutta, koska se voi vaikuttaa mittaustuloksiin. Testattavalla on oikeus lopettaa testi minä hetkenä hyvänsä, jos hän sitä haluaa (Ahtiainen et al. 2004, 285). Hermolihasjärjestelmän testaamisen vasta-aiheita ovat muun muassa kipu, turvotus, nivelten instabiliateetti ja liikerajoitukset,

koska ne alentavat hermolihäsjärjestelmän voimantuottokykyä (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 125; Ahtiainen et al. 2004, 285).

Testaajan on oltava selvillä testin tarkoituksesta, testattavan ominaisuuksista ja testilaitteen toiminnasta. Hänen tulee ohjeistaa selkeästi testattavaa testin suorittamiseen ja tarvittaessa avustaa sen suorittamisessa. Motivoinnin tulee olla samanlaista jokaisella mittauskerralla testattavasta tai testikerrasta riippumatta sekä testaajan tulee kontrolloida testisuorituksia ja tarvittaessa hylätä virheelliset suoritukset. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 135.)

Kenttätesti olisi ollut koripalloilijoille lajinomaisempi, mutta päädyimme suorittamaan testit laboratoriossa, koska laboratoriotesteillä voidaan tutkia muun muassa tehoa, nopeutta ja voimaa suorituksen eri vaiheissa ja koska se on toistettavuudeltaan parempi. Täten mittaukset suoritettiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun Naprapatialaboratoriossa. Sisätiloissa testaaminen on hermolihäsjärjestelmän toiminnan testaamiselle tyypillistä, jotta testi on häiriötön ja ilman kosteus sekä lämpötila ovat tarkoituksenmukaisia. (Ahtiainen & Häkkinen 2004, 135).

Ahtiaisen & Häkkisen (2004, 135) mukaan testiliikkeisiin tottumaton tarvitsee testien harjoittelua, jotta välittömän oppimisen vaikutukset tuloksiin vähenevät. Suurin osa testattavista oli testattu useana vuonna aikaisemmin. Täten testattavien ei tarvinnut harjoitella vertikaalihyppyjä, koska se oli heille jo entuudestaan tuttu. Koska vuorokaudenaika voi vaikuttaa mittauksituloksiin ja KTP-Basketin mieskoripalloilijoilla oli kahdet harjoitukset päivässä, aamu- ja iltaharjoitukset, päätimme toteuttaa mittaukset ammattikorkeakoululla harjoitusten välissä klo 12.00. Testauspäivät olivat koripallopelien vuoksi yleensä maanantai ja tiistai sekä keskiviikko ja torstai. Testauspäivät järjestettiin siten, että rankasta fyysisestä kuormituksesta kuten koripallopelistä oli kulu-  
nut vähintään kaksi päivää, jotta testattava oli palautunut fyysisestä rasituksesta. Muuten testattavat saivat harjoitella normaalisti. Koska halusimme tutkia kinesioiteipin viivästynyttä vaikutusta voimantuottoon, testasimme koeryhmäläiset kahtena eri päivänä. Testausaikataulu on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Testausaikataulu

Päivä ja pvm	Mittauspäivä	Henkilömäärä
Ke 14.3.2012	Päivä 1	3
To 15.3.2012	Päivä 2	3
Ti 20.3.2012	Päivä 1	4
Ke 21.3.2012	Päivä 2	4
To 22.3.2012	Päivä 1	4
Pe 23.3.2012	Päivä 2	4
Ma 26.3.2012	Päivä 1	4
Ti 27.3.2012	Päivä 2	4
Ke 28.3.2012	Päivä 1	2
To 29.3.2012	Päivä 2	2
Ma 2.4.2012	Päivä 1	3
Ti 3.4.2012	Päivä 2	3

Testattaville pidettiin infotilaisuus Kotkan Steveco Areenalla, jossa heille kerrottiin hyppytestauksesta ja sen merkityksestä urheilijalle. Tällä pyrittiin siihen, että testattava olisi motivoitunut tekemään testiä ja tietoinen testitilanteen etenemisestä. Tilaisuudessa kerrottiin suullisesti kinesioiteippauksesta, mittauksen kulusta ja käytiin havainnoiden vertikaalihypyn suoritustekniikka läpi. Heitä ohjeistettiin syömään ja nukkumaan normaalisti sekä mittauksia ennen että mittauksien aikana. Testattavat saivat käydä kinesioiteippien kanssa suihkussa ja saunassa (Kase et al. 2003, 16). Testattavat jaettiin neljän hengen ryhmiin, joissa heidät mitattiin ennalta päätettyinä päivinä.

Mittauksilanteeseen tarvittavia välineitä varattiin seuraavasti: voimalevy (Hur labs FP4, Finland), kannettava tietokone, kinesioiteippiä, sakset, laskin, henkilövaaka, mitalaite pituuden mittaamista varten, kyniä, tyhjiä papereita, goniometri polvikulman mittaamiseksi, kaksi vatupassia, kolme ajanottokelloa ja joustavaa narua kyykyn vakiointia varten.

### 5.7.1 Kokeellisen tutkimuksen etiikka

Kaikki testattavat eivät olleet täysi-ikäisiä. Täten kysyimme lupaa testaukseen heidän huoltajiltaan erillisellä lomakkeella. Jos huoltaja ei halunnut, että heidän lapsensa osallistuu testiin, he ilmoittivat siitä lapsensa koripallovalmentajalle. Suurin osa A-junioreista kävi koulua Langinkosken lukiossa. Testaukset suoritettiin päivällä, kun pelaajilla oli koulua, minkä vuoksi kysyimme lupaa testaukseen Langinkosken lukion rehtorilta. Hän antoi suostumuksensa testauksiin ennen torstaina 29.3.2012 alkavaa

koeviikkoa. Olimme tehneet kouluun erillisen lomakkeen, jonka pelaaja näytti tarvittaessa opettajalle, jotta selittämättömiltä poissaoloilta välttyttiin (liite 3).

Testattavan ihmisoikeuksia on kunnioitettava. Tällä on äärimmäisen tärkeä merkitys kuntotestaamisessa. (Keskinen et al. 2004, 15.) Testien tulee aina perustua vapaaehtoisuuteen, eikä testattavien turvallisuus saa missään vaiheessa vaarantua (Ahtiainen et al. 2004, 285).

### 5.7.2 Testitilanne

Alkumittaukseen oli varattu yhden testattavan kohdalle aikaa 15 min. Tässä ajassa mitattiin sekä pituus että paino, tehtiin alkulämmittely, staattiset vertikaalihypyt ja esikevennetyt vertikaalihypyt. Tämän jälkeen testattava siirtyi toiseen huoneeseen, jossa testattavat satunnaistettiin koe- ja kontrolliryhmään. Koeryhmän henkilöt kinesioteipattiin ja kontrolliryhmän henkilöille ei tehty mitään. Teippaamiseen oli varattu aikaa myös 15 min. Teippausta seurasi puolen tunnin tauko, koska teipin täydelliseen kiinnittymiseen menee aikaa 20–30 min (Kase et al. 2003, 16). Tauon jälkeen testattavat hyppäsivät alkumittauksissa tehdyt hypyt uudestaan. Koska tutkimme kinesioteippauksen viivästynyttä vaikutusta alaraajojen räjähtävään voimantuottoon, tulivat testattavat uudestaan testattavaksi 24 tunnin kuluttua teippauksesta. Testauksen eteneminen on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Testauksen eteneminen.

<b>Päivä 1</b>	<b>Henkilö 1</b>	<b>Henkilö 2</b>	<b>Henkilö 3</b>	<b>Henkilö 4</b>
<b>Kellonaika</b>	<b>Tapahtuma</b>	<b>Tapahtuma</b>	<b>Tapahtuma</b>	<b>Tapahtuma</b>
	<b>Koehenkilö</b>	<b>Koehenkilö</b>	<b>Koehenkilö</b>	<b>Kontrolli</b>
12:00	Alkumittaus			
12:15	Teippaus	Alkumittaus		
12:30	Tauko	Teippaus	Alkumittaus	
12:45	Tauko	Tauko	Teippaus	Alkumittaus
13:00	Mittaus	Tauko	Tauko	Tauko
13:15		Mittaus	Tauko	Tauko
13:30			Mittaus	Tauko
13:45				Mittaus
<b>Päivä 2</b>	<b>Henkilö 1</b>	<b>Henkilö 2</b>	<b>Henkilö 3</b>	<b>Henkilö 4</b>
<b>Kellonaika</b>	<b>Tapahtuma</b>	<b>Tapahtuma</b>	<b>Tapahtuma</b>	<b>Tapahtuma</b>
	<b>Koehenkilö</b>	<b>Koehenkilö</b>	<b>Koehenkilö</b>	<b>Kontrolli</b>
12:00	Loppumittaus			
12:15		Loppumittaus		
12:30			Loppumittaus	
12:45				Loppumittaus

Alaraajojen maksimaalista voimantuottoa testatessa pitää huomioida palautumisajat, ettei hermostollista väsymistä pääse tapahtumaan. Tyypillisesti lyhytkestoisessa voimakkaassa lihastyössä käytetään välittömiä energianlähteitä, jotka palautuvat noin 2 minuutissa lähtötasolleen (Häkkinen 2004, 130). Alkulämmittely tehtiin kuntopyörällä (kuva 6) 75 watin vastuksella noin 70 kierrosta minuutissa 5 min ajan. Alkulämmittelyn jälkeen ennen ensimmäistä staattista vertikaalihyppyä testattavalla oli 2 min palautumisaikaa. Jokaisen vertikaalihypyn välissä palautumisaikaa oli 30 sekuntia. Staattisten vertikaalihyppyjen ja kevennyshyppyjen välissä palautumisaikaa oli 2 min. Alkulämmittelyn kesto ja palautumisajat kontrolloitiin sekuntikellolla.



Kuva 6. Ergolinen kuntopyörä

Seuraavaksi käsitellään sekä vertikaalihyppyjen suoritustekniikat että teippaustekniikat. Testattavat testattiin harjoitusvarusteissa, joihin lukeutuivat koripallokengät, shortsit ja paita.

Ensimmäiseksi testattiin kolme staattista vertikaalihyppyä. Lähtöasennossa testattavan polvet olivat 90°:een kulmassa, selkä suorana ja kädet lanteilla. Lähtöasentoon laskeuduttiin rauhallisesti testaajan merkistä ja siihen pysähdyttiin, jotta elastinen vaikutus minimoidaan. (ks. Kyröläinen 2004, 153.) Polvikulma kontrolloitiin jokaisessa hyppysuorituksessa joustavalla narulla, joka asetettiin testattavan taakse. Narun korkeus säädettiin oikeaksi. Testattavan ollessa 90°:een polvikulmassa, takareisi osui naruun (kuva 7). Polvikulma tarkistettiin goniometrillä. Testaaja tarkasti lähtöasennon ennen jokaista hyppyä. Testattavat hyppäsivät testaajan käskystä: jump. Maksimaalinen ponnistus tehtiin suoraan ylöspäin ilman esikevennystä sekä käsien tai vartalon

avustavaa liikettä (kuva 8). Alastulovaiheessa testaaja valvoi, että päkiät tulivat ensimmäisenä maahan ja polvet olivat suorina, mutta eivät lukittuina. Kolmesta hyväksytystä hyppysuorituksesta paras kirjattiin tulokseksi. (Kyröläinen 2004, 153.)



Kuva 7. Staattisen vertikaalihypyn lähtöasento



Kuva 8. Hyppytekniikka

Toiset kolme hyppyä hypättiin esikevennettynä, jolloin hypyn alkuasento oli seisten ja kädet lanteilla (kuva 9). Luvan saatuaan pystyasennosta kevennettiin nopeasti 90° kulmaan, josta ponnistettiin välittömästi maksimaalisesti suoraan ylöspäin kädet lanteilla ja selkä suorana. Alastulovaiheessa testaaja valvoi, että päkiät tulivat ensimmäisenä maahan ja että polvet olivat suorina, mutta eivät lukittuina. Kolmesta hyväksytystä hyppysuorituksesta paras kirjattiin tulokseksi. (Kyröläinen 2004, 154.)





Kuva 9. Esikevennetyn vertikaalihypyn alkuasento

### 5.7.3 Koemittaukset

Koemittaukset tehtiin ennen varsinaisia mittauksia naprapatian koulutusohjelman opiskilailloilla. Halusimme testata testausprotokollan aikataulun toimivuutta, koska testausaikataulussa pysyminen on tutkimuksen luotettavuuden ja mittausten toistettavuuden kannalta tärkeää. Koemittauksissa huomasimme, että testaajan on syytä kiinnittää parempaa huomiota vertikaalihyppyjen tekniikan ohjeistamiseen virheellisten suoritusten ehkäisemiseksi. Tästä syystä vertikaalihyppyjen suoritustekniikat kerrattiin testattavalle alkulämmittelyn aikana. Koemittauksissa oli ongelmia voimalevyn usb-liittimen kanssa, koska mittausohjelma ei jostain syystä tunnistanut sitä. Ongelma korjattiin teippaamalla voimalevyn johto seinään kiinni, jolloin usb-liitin ei enää päässyt liikkumaan.

### 5.8 Toteutus

Aloitimme testauksen toteutuksen pitämällä infotilaisuuden (liite 4) KTP-Basketin pelaajille Kotkassa Karhuvuoren Steveco Areenalla tiistaina 13.3.2012. Paikalle saapui 12 pelaajaa, joista kaksi oli A-junioreita. Kaksi pelaajaa karsittiin tutkimuksesta pois sulkukriteerien takia. Täten mitattavaksi jäi kahdeksan pelaajaa miesten joukkueesta. Toisen infotilaisuuden pidimme erikseen A-junioreille samassa paikassa maanantaina 19.3.2012. Paikalle saapui yhteensä 17 pelaajaa. Heistä kolme oli armeijassa, minkä vuoksi he eivät päässeet osallistumaan tutkimukseen. Täten 14 pelaajaa osallistui tutkimukseen A-junioreista. Kokonaisuudessaan tutkimukseen osallistui 22 pelaajaa, jot-



ka kaikki olivat miespuolisia. Tutkimuksen aikana kaksi miespelaajaa poissuljettiin tutkimuksesta pois akuutin vamman ja kuumetapauksen vuoksi ennen varsinaisten mittausten aloittamista.

Olimme tehneet infotilaisuutta varten erillisen Microsoft Office PowerPoint-esityksen, jonka avulla kerroimme opinnäytetyön tarkoituksesta, testauksen etenemisestä, kinesioiteippauksesta, vertikaalihypyistä ja niiden suoritustekniikoista esimerkein. Pelaajille kerrottiin, että osa heistä teipataan ja osa heistä ei saa teippausta. Sen he saivat tietää lopullisesti vasta ensimmäisen testausosion jälkeen. Pelaajille annettiin testauspäivämäärät ja kerrottiin paikka, jossa testaaminen tapahtuu.

Mittaukset tehtiin 4 hengen ryhmissä kahtena peräkkäisenä päivänä. Mittauspäiviksi muodostuivat miesten joukkueen pelaajille 14.3 – 15.3.2012 ja 2.4 – 3.4.2012. A-junioreiden mittauspäivät olivat 20.3 – 21.3.2012, 22.3 – 23.3.2012, 26.3 – 27.3.2012 ja 28.3 – 29.3.2012. Testit alkoivat joka päivä klo 12.00. Voimalevy kalibroitiin aina mittauspäivän alussa ja asetukset tarkastettiin ennen jokaista uutta testattavaa.

Testaaminen aloitettiin ensimmäisenä testauspäivänä pituuden ja painon mittaamisella erillisessä luokassa. Tämän jälkeen siirryttiin laboratorioon, jossa pelaaja teki polkupyörällä 5 min alkuverryttelyn. Sen aikana pelaajalle kerrattiin testauksen eteneminen ja käytiin sekä staattisen että esikevennetyn vertikaalihypyn suoritustekniikat esimerkein läpi virheellisten vertikaalihyppyjen minimoimiseksi. 2 minuutin palautusjakson aikana pelaajan polvikulma vakioitiin goniometrillä 90°:een kulmaan. Pelaajat eivät saaneet venytellä tai tehdä mitään muuta vastaavaa, jolla olisi voinut olla vaikutusta mittaustuloksiin. Pelaajia kannustettiin joka kerta maksimaaliseen suoritukseen. Taukoa seurasi kolme onnistunutta staattista vertikaalihyppyä, joiden jälkeen oli 2 minuutin tauko, jota seurasi kolme onnistunutta esikevennettyä vertikaalihyppyä. Tähän kuului aikaa noin 15 min. Tästä pelaaja jatkoi toiseen teippaushuoneeseen, jossa selvisi arpomalla teipataanko pelaaja vai ei. Toinen testaajista kontrolloi vertikaalihypyt ja toinen teki kinesioiteippaukset koko tutkimuksen ajan.

Testipäivä 14.3.2012. Kaikki neljä testattavaa saapuivat ajoissa paikalle. Yksi testattavista oli loukannut nilkkansa harjoituksissa edellisenä päivänä, minkä vuoksi hänet suljettiin pois tutkimuksesta. Testaushuoneessa oli 18,5 °C lämmintä. Alkumittauksissa hylättiin yhteensä kaksi hyppyä, yksi staattinen ja yksi esikevennetty vertikaalihyppy samalta pelaajalta. Kaikki kolme testattavaa kinesioiteipattiin. Teippauksen jälkeen

uusintamittauksissa jouduttiin uusimaan yhteensä neljä hyppyä, joista kaksi oli staattisia ja kaksi esikevennettyjä hyppyjä (kolme hyppyä samalla testattavalla).

Testipäivä 15.3.2012. Kaikki kolme testattavaa saapuivat ajoissa paikalle. Testahuoneessa oli 18,5 °C lämmintä. Loppumittauksissa yhteensä kolme staattista hyppyä jouduttiin uusimaan, joista yksi kultakin pelaajalta. Teipit olivat pysyneet hyvin kiinnittyneinä.

Testipäivä 20.3.2012. Paikalle saapui ajoissa kaikki neljä testattavaa. Testahuoneessa oli 18,5 °C lämmintä. Alkumittauksissa jouduttiin uusimaan yhteensä viisi hyppyä, joista kolme oli staattisia ja kaksi esikevennettyä. Kaksi pelaajista kinesioiteipattiin ja kahta ei teipattu. Uusintamittauksissa kaikki vertikaalihypyt onnistuivat.

Testipäivä 21.3.2012. Paikalle saapui ajoissa kaikki neljä testattavaa. Testahuoneessa oli 18,5 °C lämmintä. Loppumittauksissa hylättiin yksi staattinen vertikaalihypyt. Teipit olivat pysyneet hyvin kiinnittyneinä, mutta yhdeltä pelaajalta toisen pohkeen mediaalinen origo ja pakaran insertio repsottivat.

Testipäivä 22.3.2012. Paikalle saapui ajoissa kaikki neljä testattavaa. Testahuoneessa oli 18,5 °C lämmintä. Alkumittauksissa jouduttiin uusimaan yhteensä kolme staattista vertikaalihyppyä, joista kaikki eri pelaajilta. Tästä ryhmästä vain yksi pelaaja kinesioiteipattiin. Uusintamittauksissa hylättiin kaksi staattista vertikaalihyppyä eri pelaajilta.

Testipäivä 23.3.2012. Paikalle saapui ajoissa kaikki neljä testattavaa. Testahuoneessa oli 18,5 °C lämmintä. Loppumittausten kaikki hypyt olivat hyväksytyjä. Kinesioiteipit olivat pysyneet hyvin paikallaan.

Testipäivä 26.3.2012. Paikalle saapui ajoissa kaikki neljä testattavaa. Testahuoneessa oli 18,5 °C lämmintä. Alkumittauksissa yhden testattavan osalta tietokoneohjelma kaatui kahden onnistuneen staattisen hypyn jälkeen, minkä vuoksi hypyt jouduttiin uusimaan. Samalta pelaajalta jouduttiin uusimaan vielä kaksi staattista vertikaalihyppyä alkumittauksissa eli hylättyjä staattisia vertikaalihyppyjä oli yhteensä neljä. Kaikki tästä ryhmästä kinesioiteipattiin. Uusintamittauksissa vain yksi staattinen vertikaalihypyt hylättiin.

Testipäivä 27.3.2012. Paikalle saapui kaikki neljä testattavaa. Testaushuoneessa oli 18,5 °C lämmintä. Loppumittauksissa hylättiin yhteensä kolme hyppyä, joista yksi oli staattinen ja kaksi esikevennettyjä vertikaalihyppyä (kaksi samalta henkilöltä). Teipit olivat pysyneet hyvin. Yhdeltä pelaajalta vasemman jalan pohkeen mediaalipuolen ankkuri oli osittain irronnut.

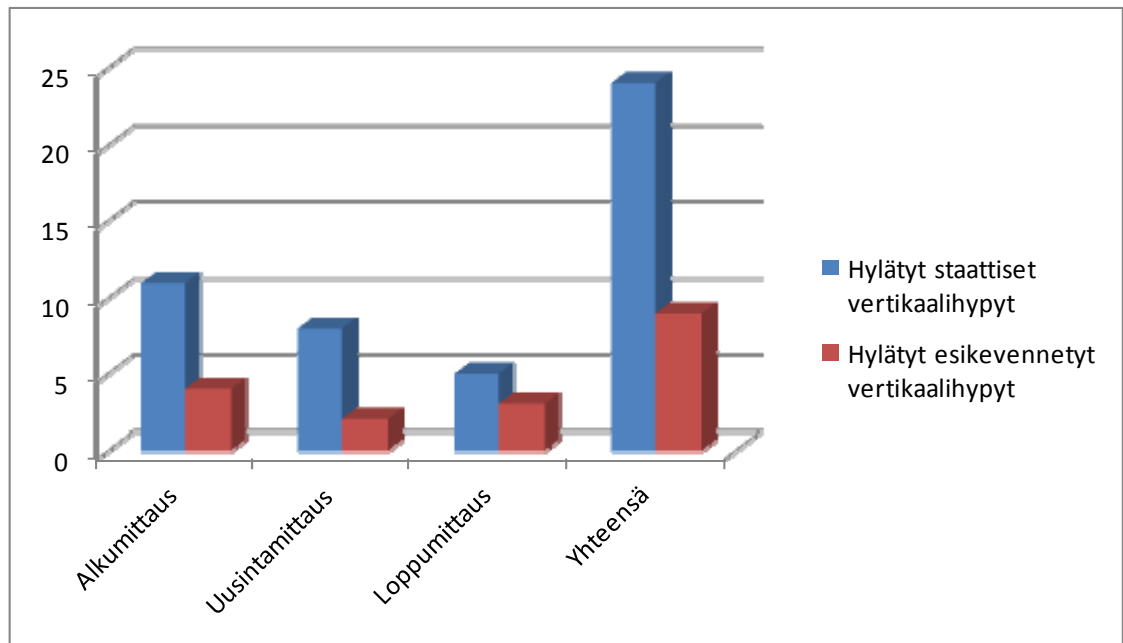
Testipäivä 28.3.2012. Paikalle saapui ajoissa kaikki kaksi testattavaa. Testaushuoneessa oli 19,0 °C lämmintä. Alkumittauksissa kaikki hypyt olivat hyväksytyt, mutta uusintamittauksissa hylättiin yksi staattinen vertikaalihyppy. Molemmat testattavat kinesioteipattiin.

Testipäivä 29.3.2012. Paikalle saapui ajoissa kaikki kaksi testattavaa. Testaushuoneessa oli 19,0 °C lämmintä. Loppumittauksissa hylättiin vain yksi esikevennetty vertikaalihyppy. Toisen testattavan oikean etureiden insertion ankkuri oli osittain irronnut ja toisella henkilöllä vasemman etureiden lateraalinen ankkuri oli irronnut.

Testipäivä 2.4.2012. Paikalle saapui ajoissa neljästä testattavasta kolme. Poisjäänyt testattava oli tullut kuumeeseen eikä siksi voinut osallistua mittauksiin. Testaushuoneessa oli 19,5 °C lämmintä. Alkumittauksissa hylättiin yksi esikevennetty vertikaalihyppy ja uusintamittauksissa kaksi staattista vertikaalihyppyä eri henkilöiltä. Kaikki testattavat kinesioteipattiin.

Testipäivä 3.4.2012. Paikalle saapui ajoissa kaikki kolme testattavaa. Testaushuoneessa oli 19,5 °C lämmintä. Loppumittauksien kaikki hypyt onnistuivat. Yhden testattavan vasemman pakaralan insertion ankkuri oli irronnut noin kahden senttimetrin matkalta ja oikean etureiden insertion mediaalinen ankkuri oli taittunut.

Alkumittauksissa hylättiin yhteensä 11 staattista ja neljä esikevennettyä vertikaalihyppyä. Uusintamittauksissa hylättiin yhteensä kahdeksan staattista ja kaksi esikevennettyä vertikaalihyppyä. Loppumittauksissa hylättiin yhteensä viisi staattista ja kolme esikevennettyä vertikaalihyppyä. Yhteensä tutkimuksessa hypättiin 393 vertikaalihyppyä, joista 33 hylättiin. Hylätyistä vertikaalihypyistä 24 oli staattisia ja yhdeksän esikevennettyä. Näin tutkimukseen saatiin tarvittavat 360 onnistunutta hyppysuoritusta. Hylätyt vertikaalihypyt ovat esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. Hylätyt vertikaalihypyt

## 6 TUTKIMUSTULOKSET

Lopulliseksi tutkimusjoukoksi muodostui 20 (N=20) testattavaa, joista koeryhmään kuului 15 testattavaa (n=15) ja kontrolliryhmään viisi testattavaa (n=5). Koeryhmän keski-ikä oli  $20,07 \pm 4,68$  vuotta, keskipituus  $188,33 \pm 8,35$  cm ja keskipaino  $83,82 \pm 11,26$  kg. Kontrolliryhmän keski-ikä oli  $17,40 \pm 0,55$  vuotta, keskipituus  $191,20 \pm 3,11$  cm ja keskipaino  $83,75 \pm 11,90$  kg.

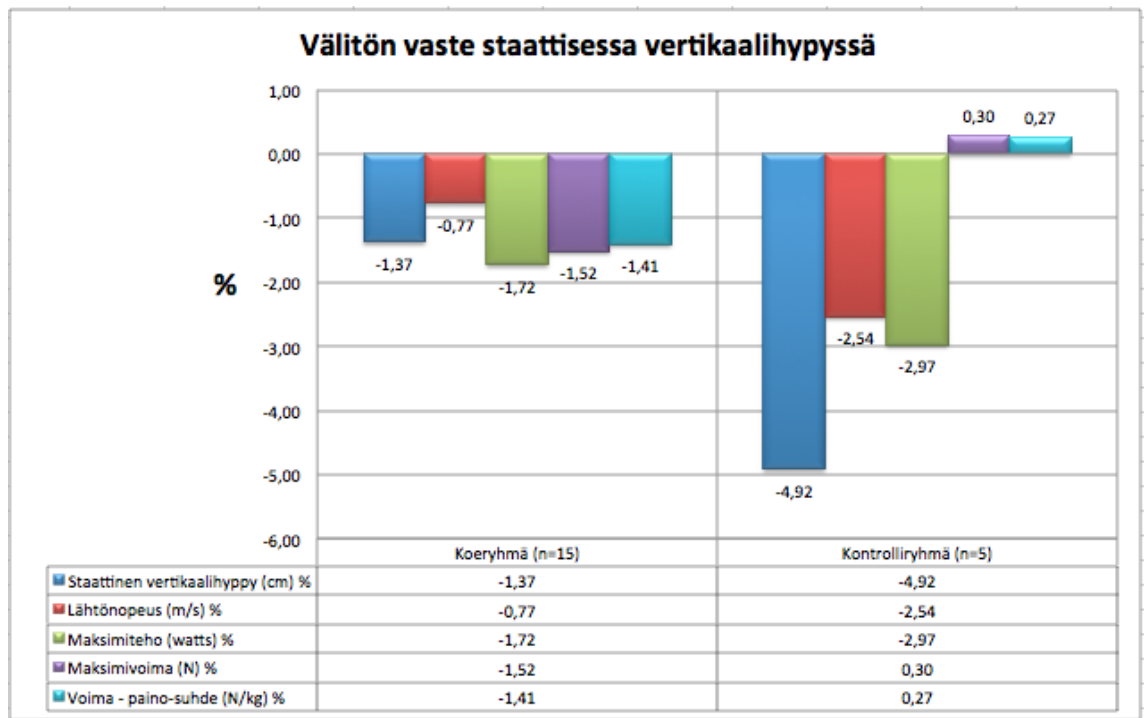
Tutkimustulokset kirjattiin Microsoft Excel 2007-ohjelmaan, jossa laskettiin keskiarvo, keskihajonta ja vaihteluväli. Tulosten tilastollista merkitsevyyttä analysoitiin SPSS 18-ohjelman (SPSS Inc., Chicago, IL) Wilcoxonin merkkitestillä (Wilcoxon Signed Ranks Test). Wilcoxonin testiä voidaan käyttää tilanteessa, jossa parittaiset erotukset eivät ole normaalisti jakautuneita (Metsämuuronen 2005, 957) kuten tässä tutkimuksessa oli syytä olettaa pienen otoksen takia. ”Wilcoxonin merkkitesti soveltuu tilanteisiin, jossa 1) kyseessä on parittainen tai kaltaistettu mittaus, 2) kustakin mittausparista pystytään sanomaan, kumpi arvoista on suurempi ja kumpi pienempi ja tämän lisäksi 3) havaintojen väliset erot pystytään laittamaan suuruusjärjestykseen” (Metsämuuronen 2005, 957). Koe- ja kontrolliryhmien välisiä eroja analysoitiin SPSS -ohjelman Mannin–Whitneyn U-testillä. U-testi on vastine t-testille, jolloin t-testille tyypilliset oletukset eivät päde (Metsämuuronen 2005, 990–991). U-testillä voidaan

havaita jakauman sijainnissa olevat erot eli testillä testataan kahden mediaanin välistä tilastollista merkitsevyyttä (Heikkilä 2005, 234).

## 6.1 Kinesioteippauksen välitön vaste vertikaalihyppyyn

Tässä osiossa verrataan mittaustuloksia alkumittauksen ja uusintamittauksen välillä, jolla tarkoitetaan välitöntä vastetta. Koeryhmän (n=15) staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm) heikentyi keskimäärin  $1,37 \% \pm 8,24 \%$ , lähtönopeus (m/s) heikentyi keskimäärin  $0,77 \% \pm 4,18 \%$ , maksimiteho (watts) heikentyi keskimäärin  $1,72 \% \pm 5,13 \%$ , maksimivoima (N) heikentyi keskimäärin  $1,52 \% \pm 3,13 \%$  ja voima - paino-suhde (N/kg) heikentyi keskimäärin  $1,41 \% \pm 3,13 \%$  (kuva 11). Tilastollista merkitsevyyttä ei ollut minkään parametrin osalta (taulukko 4).

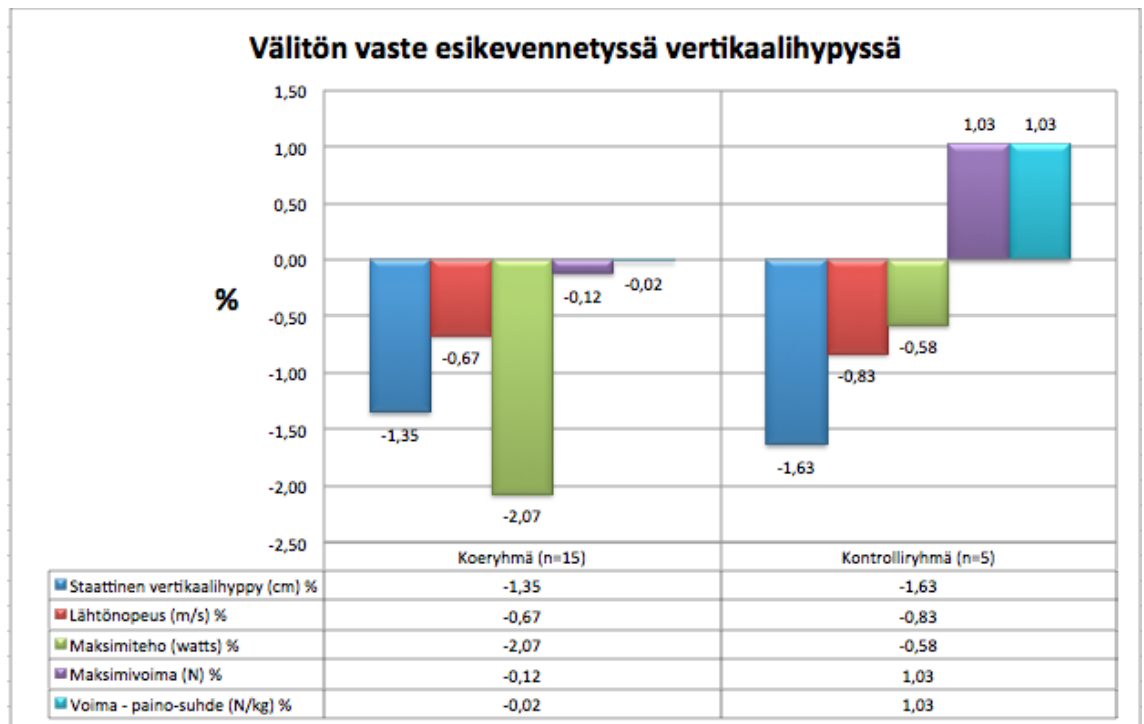
Kontrolliryhmän (n=5), joita ei teipattu, staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm) heikentyi keskimäärin  $4,92 \pm 5,04 \%$ , lähtönopeus (m/s) heikentyi keskimäärin  $2,54 \% \pm 2,60 \%$ , maksimiteho (watts) heikentyi keskimäärin  $2,95 \% \pm 3,37 \%$ , maksimivoima (N) parantui keskimäärin  $0,30 \% \pm 3,94 \%$  ja voima - paino-suhde (N/kg) parantui keskimäärin  $0,27 \% \pm 4,01 \%$  (kuva 11). Vertikaalihypyn korkeus (cm) heikentyi tilastollisesti suuntaa antavasti ( $p = 0,080$ ). Myös lähtönopeus (m/s) heikentyi tilastollisesti suuntaa antavasti ( $p = 0,078$ ). Tilastollista merkitsevyyttä ei ollut muissa muuttujissa (taulukko 4).



Kuva 11. Välitön vaste staattisessa vertikaalihypyssä

Koeryhmän esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) heikentyi keskimäärin 1,35 %  $\pm$  3,69 %, lähtönopeus (m/s) heikentyi keskimäärin 0,67 %  $\pm$  1,90 %, maksimiteho (watts) heikentyi keskimäärin 2,07 %  $\pm$  3,04 %, maksimivoima (N) heikentyi keskimäärin 0,12 %  $\pm$  3,69 % ja voima - paino-suhde (N/kg) heikentyi keskimäärin 0,02 %  $\pm$  3,76 % (kuva 12). Maksimiteho heikentyi esikevennetyissä vertikaalihypyssä melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,023$ ), mutta muiden muuttujien osalta tilastollista merkitsevyyttä ei ollut (taulukko 4).

Kontrolliryhmän esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) heikentyi keskimäärin 1,63 %  $\pm$  1,80 %, lähtönopeus (m/s) heikentyi keskimäärin 0,83 %  $\pm$  0,97 %, maksimiteho (watts) heikentyi keskimäärin 0,58 %  $\pm$  1,14 %, maksimivoima (N) parantui keskimäärin 1,03 %  $\pm$  2,89 % ja voima - paino-suhde (N/kg) parantui keskimäärin 1,03 %  $\pm$  3,08 % (kuva 12). Tilastollista merkitsevyyttä ei ollut (taulukko 4).



Kuva 12. Välitön vaste esikevennettyssä vertikaalihypyssä

Taulukko 4. Välittömän vasteen tilastollinen merkitsevyys Wilcoxonin merkkitestin mukaan

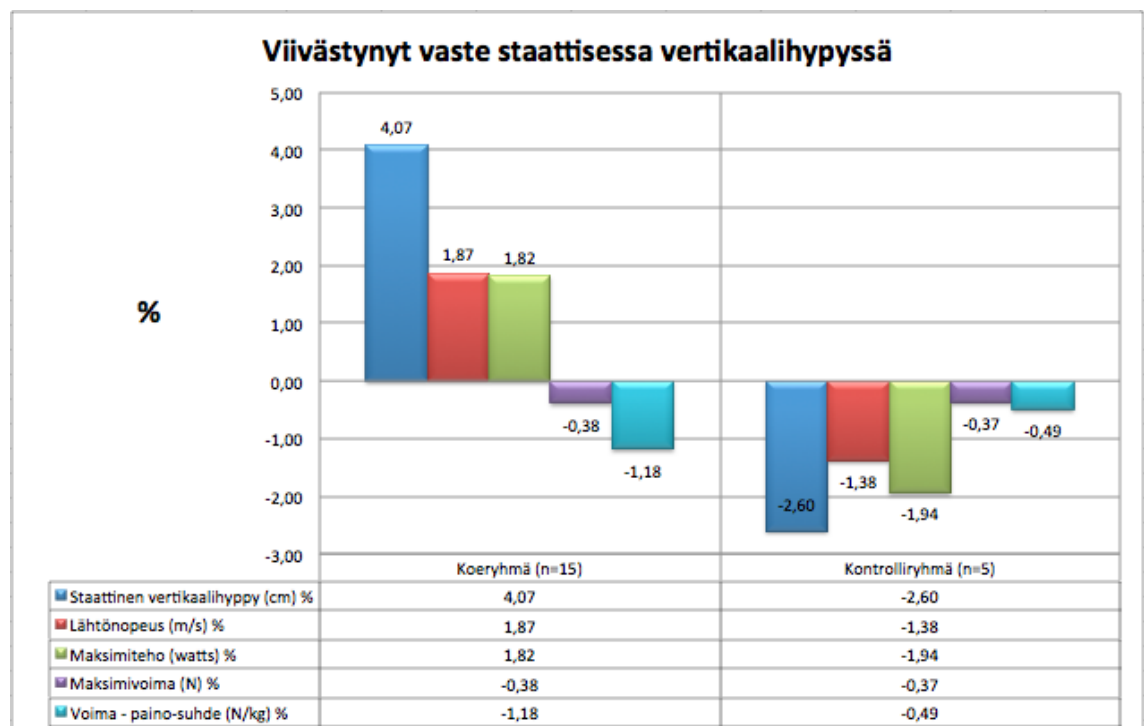
Välitön vaste koeryhmän staattisessa vertikaalihypyssä					
	Staattinen VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-,881	-,910	-1,363	-1,533	-1,363
p < 0,05	,379	,363	,173	,125	,173
Välitön vaste kontrolliryhmän staattisessa vertikaalihypyssä					
	Staattinen VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-1,753	-1,761	-1,214	-,135	-,135
p < 0,05	,080	,078	,225	,893	,893
Välitön vaste koeryhmän esikevennettyssä vertikaalihypyssä					
	Esikevennetty VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-1,306	-1,195	-2,272	-,284	-,341
p < 0,05	,191	,232	,023	,776	,733
Välitön vaste kontrolliryhmän esikevennettyssä vertikaalihypyssä					
	Esikevennetty VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-1,214	-1,461	-,944	-1,214	-1,214
p < 0,05	,225	,144	,345	,225	,225

## 6.2 Kinesioteippauksen viivästynyt vaste vertikaalihypyyn

Tässä osiossa verrataan mittaustuloksia alkumittauksen ja loppumittauksen välillä, jolla tarkoitetaan viivästynyttä vastetta. Koeryhmän staattisen vertikaalihypyn korkeus

(cm) parantui keskimäärin  $4,07 \% \pm 9,10 \%$ , lähtönopeus (m/s) parantui keskimäärin  $1,87 \% \pm 4,44 \%$ , maksimiteho (watts) parantui keskimäärin  $1,82 \% \pm 3,68 \%$ , maksimivoima (N) heikentyi keskimäärin  $0,38 \% \pm 3,37 \%$  ja voima - paino-suhde (N/kg) heikentyi keskimäärin  $1,18 \% \pm 3,20 \%$  (kuva 13). Maksimiteho (watts) parantui tilastollisesti suuntaa antavasti ( $p = 0,100$ ), mutta muiden parametrien osalta tilastollista merkitystä ei ollut (taulukko 5).

Kontrolliryhmän staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm) heikentyi keskimäärin  $2,60 \% \pm 6,28 \%$ , lähtönopeus (m/s) heikentyi keskimäärin  $1,38 \% \pm 3,29 \%$ , maksimiteho (watts) heikentyi keskimäärin  $1,94 \% \pm 2,30 \%$ , maksimivoima (N) heikentyi keskimäärin  $0,37 \% \pm 5,10 \%$  ja voima - paino-suhde (N/kg) heikentyi keskimäärin  $0,49 \% \pm 5,49 \%$  (kuva 13). Tilastollista merkitystä ei ollut (taulukko 5).

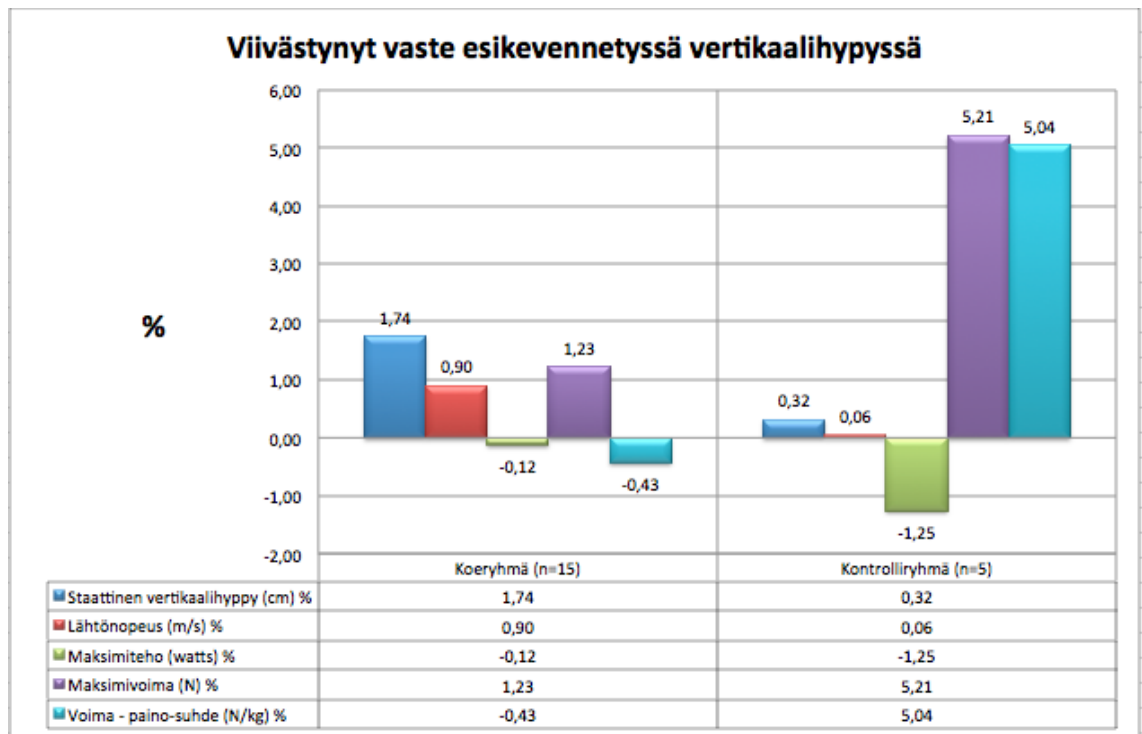


Kuva 13. Viivästynyt vaste staattisessa vertikaalihypyssä

Koeryhmän esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui keskimäärin  $1,74 \% \pm 5,05 \%$ , lähtönopeus (m/s) parantui keskimäärin  $0,90 \% \pm 2,44 \%$ , maksimiteho (watts) heikentyi keskimäärin  $0,12 \% \pm 3,01 \%$ , maksimivoima (N) parantui keskimäärin  $1,23 \% \pm 4,38 \%$  ja voima - paino-suhde (N/kg) heikentyi keskimäärin  $0,43 \% \pm 2,89 \%$  (kuva 14). Tilastollista merkitystä ei ollut (taulukko 5).



Kontrolliryhmän esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui keskimäärin  $0,32 \% \pm 1,38 \%$ , lähtönopeus (m/s) parantui keskimäärin  $0,06 \% \pm 0,64 \%$ , maksimiteho (watts) heikentyi keskimäärin  $1,25 \% \pm 1,92 \%$ , maksimivoima (N) parantui keskimäärin  $5,21 \% \pm 5,37 \%$  ja voima - paino-suhde (N/kg) parantui keskimäärin  $5,04 \% \pm 5,74 \%$  (kuva 14). Maksimivoima (N) parantui tilastollisesti suuntaa antavasti ( $p = 0,080$ ). Tilastollista merkitystä ei ollut muissa parametreissa taulukko 5).



Kuva 14. Viivästynyt vaste esikevennetyssä vertikaalihypyssä

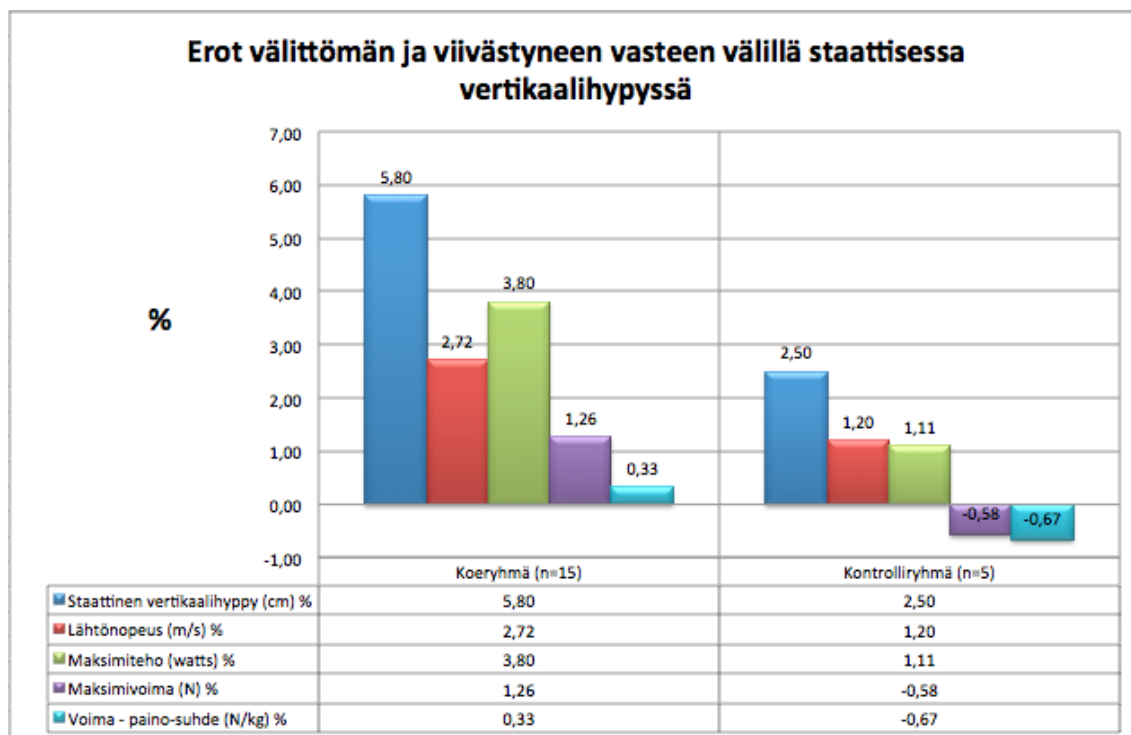
Taulukko 5. Viivästyneen vasteen tilastollinen merkitsevyys Wilcoxonin merkkitestin mukaan

Viivästynyt vaste koeryhmän staattisessa vertikaalihypyssä					
	Staattinen VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimitcho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-1,477	-1,476	-1,647	-,852	-1,590
p < 0,05	,140	,140	,100	,394	,112
Viivästynyt vaste kontrolliryhmän staattisessa vertikaalihypyssä					
	Staattinen VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimitcho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-,944	-,944	-1,214	-,135	-,405
p < 0,05	,345	,345	,225	,893	,686
Viivästynyt vaste koeryhmän esikevennetyssä vertikaalihypyssä					
	Esikevennetty VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimitcho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-,909	-1,102	-,170	-,625	-,738
p < 0,05	,363	,271	,865	,532	,460
Viivästynyt vaste kontrolliryhmä esikevennetyssä vertikaalihypyssä					
	Esikevennetty VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimitcho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-,674	-,378	-,944	-1,753	-1,483
p < 0,05	,500	,705	,345	,080	,138

### 6.3 Erot kinesioiteippauksen välittömän ja viivästyneen vasteen välillä vertikaalihypyssä

Tässä osiossa verrataan uusintamittauksien ja loppumittauksien tuloksia, jolla tarkoitetaan eroa välittömän ja viivästyneen vasteen välillä. Koeryhmän staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui keskimäärin  $5,80 \% \pm 8,45 \%$ , lähtönopeus (m/s) parantui keskimäärin  $2,72 \% \pm 4,03 \%$ , maksimitcho (watts) parantui keskimäärin  $3,80 \% \pm 5,44 \%$ , maksimivoima (N) parantui keskimäärin  $1,26 \% \pm 5,10 \%$  ja voima - paino-suhde (N/kg) parantui keskimäärin  $0,33 \% \pm 4,79 \%$  (kuva 15). Staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,006$ ). Lähtönopeus (m/s) parantui melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,013$ ). Maksimitcho (watts) parantui melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,011$ ) staattisessa vertikaalihypyssä. Muiden parametrien osalta tilastollista merkitystä ei ollut (taulukko 6).

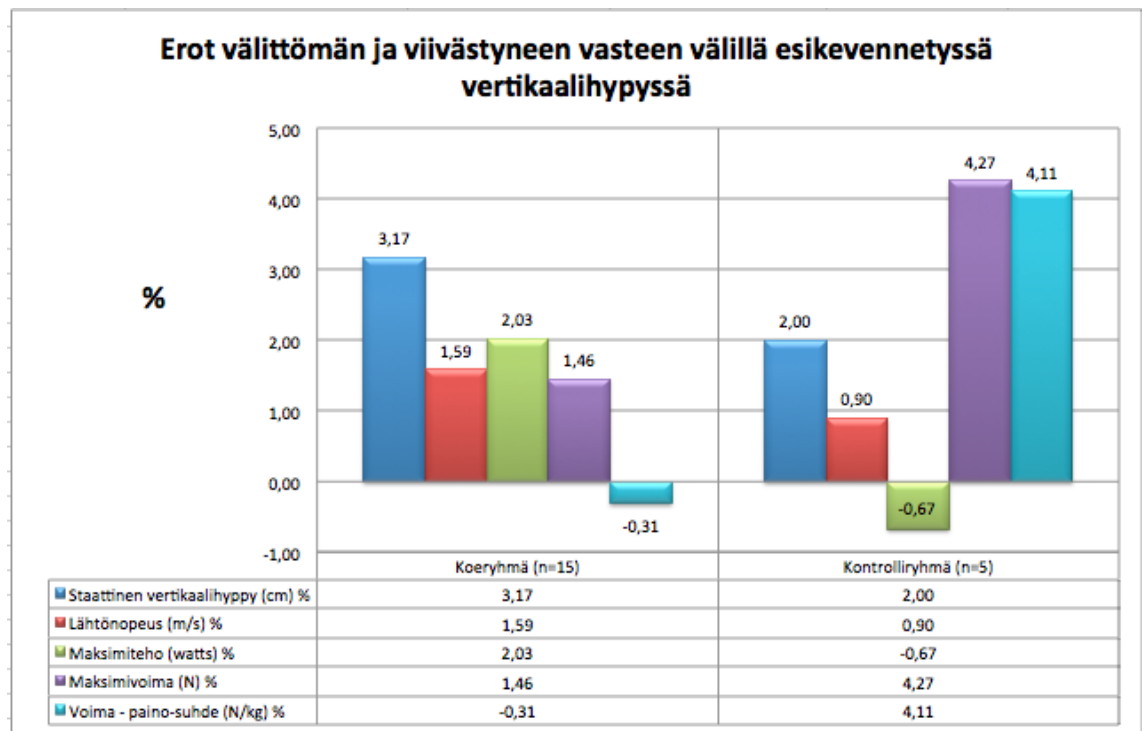
Kontrolliryhmän staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui keskimäärin  $2,50 \% \pm 5,61 \%$ , lähtönopeus (m/s) parantui keskimäärin  $1,20 \% \pm 2,72 \%$ , maksimitcho (watts) parantui keskimäärin  $1,11 \% \pm 1,61 \%$ , maksimivoima (N) heikentyi keskimäärin  $0,58 \% \pm 5,85 \%$  ja voima - paino-suhde (N/kg) heikentyi keskimäärin  $0,67 \% \pm 6,29 \%$  (kuva 15). Tilastollista merkitsevyyttä ei ollut (taulukko 6).



Kuva 15. Erot välittömän ja viivästyneen vasteen välillä staattisessa vertikaalihypyssä

Koeryhmän esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui keskimäärin  $3,17 \% \pm 4,35 \%$ , lähtönopeus (m/s) parantui keskimäärin  $1,59 \% \pm 2,11 \%$ , maksimiteho (watts) parantui keskimäärin  $2,03 \% \pm 2,59 \%$ , maksimivoima (N) parantui keskimäärin  $1,46 \% \pm 5,35 \%$  ja voima - paino-suhde (N/kg) heikentyi keskimäärin  $0,31 \% \pm 4,13 \%$  (kuva 16). Esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui tilastollisesti melkein merkitsevästi ( $p = 0,017$ ). Lähtönopeus (m/s) parantui melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,015$ ) ja maksimiteho (watts) parantui melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,011$ ). Muiden parametrien osalta tilastollista merkitsevyyttä ei ollut (taulukko 6).

Kontrolliryhmän esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui keskimäärin  $2,00 \% \pm 1,58 \%$ , lähtönopeus (m/s) parantui keskimäärin  $0,90 \% \pm 0,79 \%$ , maksimiteho (watts) heikentyi keskimäärin  $0,67 \% \pm 2,06 \%$ , maksimivoima (N) parantui keskimäärin  $4,27 \% \pm 7,29 \%$  ja voima - paino-suhde (N/kg) parantui keskimäärin  $4,11 \% \pm 7,60 \%$  (kuva 16). Esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,043$ ), mutta muiden parametrien osalta tilastollista merkitsevyyttä ei ollut (taulukko 6).



Kuva 16. Erot välittömän ja viivästyneen vasteen välillä esikevennetyssä vertikaalihypyssä

Taulukko 6. Tilastollinen merkitsevyys välittömän ja viivästyneen vasteen välillä Wilcoxonin merkkitestin mukaan

Erot koeryhmän välittömän ja viivästyneen vasteen välillä staattisessa vertikaalihypyssä					
	Staattinen VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-2,726	-2,482	-2,556	-,170	-,909
p < 0,05	,006	,013	,011	,865	,363
Erot kontrolliryhmän välittömän ja viivästyneen vasteen välillä staattisessa vertikaalihypyssä					
	Staattinen VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-,944	-,948	-1,214	-,674	-,674
p < 0,05	,345	,343	,225	,500	,500
Erot koeryhmän välittömän ja viivästyneen vasteen välillä esikevennetyssä vertikaalihypyssä					
	Esikevennetty VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-2,385	-2,421	-2,556	-,852	-,398
p < 0,05	,017	,015	,011	,394	,691
Erot kontrolliryhmän välittömän ja viivästyneen vasteen välillä esikevennetyssä vertikaalihypyssä					
	Esikevennetty VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Z	-2,023	-1,826	-,405	-,944	-1,214
p < 0,05	,043	,068	,686	,345	,225

#### 6.4 Erot vertikaalihypyssä koe- ja kontrolliryhmän välillä

Tässä osiossa verrataan koe- ja kontrolliryhmien välisiä tuloksia eri mittauskertojen välillä, jota kutsumme välittömäksi vasteeksi. Staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm) heikentyi kontrolliryhmällä  $4,92 \pm 5,04$  % keskimäärin enemmän kuin koeryhmällä  $1,37 \pm 8,24$  %. Kontrolliryhmän lähtönopeus (m/s)  $2,54 \pm 2,60$  % heikentyi keskimäärin myös koeryhmää  $0,77 \pm 4,18$  % enemmän. Maksimiteho (watts)  $2,95 \pm 3,37$  % heikentyi kontrolliryhmällä keskimäärin enemmän kuin koeryhmällä  $1,72 \pm 5,13$  %. Maksimivoima (N) parantui kontrolliryhmällä keskimäärin  $0,30 \pm 3,94$  %, kun koeryhmän tulokset heikkenivät  $1,52 \pm 3,13$  %. Kontrolliryhmän voima - paino-suhde (N/kg) parantui keskimäärin  $0,27 \pm 4,01$  %, mutta koeryhmän tulos huonontui keskimäärin  $1,41 \pm 3,13$  % (kuva 11). Eroilla ei ollut tilastollista merkitystä, mikä ilmenee taulukosta 7.

Välittömässä vasteetta esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) heikentyi keskimäärin lähes yhtä paljon sekä kontrolliryhmällä  $1,63 \pm 1,80$  % että koeryhmällä  $1,35 \pm 3,69$  %. Lähtönopeus (m/s) heikentyi kontrolliryhmällä keskimäärin  $0,83 \pm 0,97$  %, kun se heikentyi koeryhmällä  $0,67 \pm 1,90$  %. Kontrolliryhmän maksimiteho (watts) heikentyi keskimäärin  $0,58 \pm 1,14$  %, mikä on vähemmän kuin koeryhmällä  $2,07 \pm 3,04$  %. Kontrolliryhmän maksimivoima (N) parantui keskimäärin  $1,03 \pm 2,89$  %, kun koeryhmän tulokset heikkenivät keskimäärin  $0,12 \pm 3,69$  %. Myös voima - paino-suhde (N/kg)  $1,03 \pm 3,08$  % parantui kontrolliryhmällä, kun koeryhmän  $0,02 \pm 3,76$  % tulos heikentyi vain hiukan (kuva 12). Eroilla ei ollut tilastollista merkitystä (taulukko 7).

Taulukko 7. Erot välittömässä vasteessa koe- ja kontrolliryhmän välillä Mannin–Whitney U-testin mukaan

Erot ryhmien välittömien vasteiden välillä staattisessa vertikaalihypyssä										
	Staattinen VH (cm)	Staattinen VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Mann-Whitney U	28,000	37,000	29,000	37,000	36,000	35,000	37,000	35,000	37,000	34,500
Z	-,829	-,044	-,744	-,044	-,131	-,218	-,044	-,218	-,044	-,262
p < 0,05	,407	,965	,457	,965	,896	,827	,965	,827	,965	,793
Erot ryhmien välittömien vasteiden välillä esikevennetyssä vertikaalihypyssä										
	Esikevennetty VH (cm)	Esikevennetty VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Mann-Whitney U	33,000	31,000	33,500	31,500	33,000	33,000	35,000	36,000	25,000	26,000
Z	-,393	-,567	-,349	-,525	-,393	-,393	-,218	-,131	-,1091	-,1004
p < 0,05	,694	,570	,727	,600	,694	,694	,827	,896	,275	,315

Viivästyneessä vasteessa kontrolliryhmän staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm) heikentyi keskimäärin  $2,60 \% \pm 6,28 \%$ , kun koeryhmällä se parantui keskimäärin  $4,07 \% \pm 9,10 \%$ . Myös lähtönopeus (m/s) heikentyi keskimäärin  $1,38 \% \pm 3,29 \%$  kontrolliryhmällä, kun vastaavasti koeryhmän tulos parantui keskimäärin  $1,87 \% \pm 4,44 \%$ . Kontrolliryhmän maksimiteho (watts) heikentyi keskimäärin  $1,94 \% \pm 2,30 \%$ , mutta koeryhmän tulos parantui keskimäärin  $1,82 \% \pm 3,68 \%$ . Maksimivoima (N)  $0,38 \% \pm 3,37 \%$  heikentyi keskimäärin yhtä paljon kuin koeryhmällä  $0,37 \% \pm 5,10 \%$ . Voima - paino-suhde (N/kg)  $0,49 \% \pm 5,49 \%$  heikentyi keskimäärin vähemmän kontrolliryhmällä kuin koeryhmällä  $1,18 \% \pm 3,20 \%$  (kuva 13). Vaikka vasteessa huomattiin keskiarvollisesti selviä eroja, tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välille ei muodostunut (taulukko 8).

Viivästyneessä vasteetta kontrolliryhmän esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui keskimäärin  $0,32 \% \pm 1,38 \%$ , kun koeryhmän parantui keskimäärin  $1,74 \% \pm 5,05 \%$ . Kontrolliryhmän lähtönopeus (m/s) parantui vain  $0,06 \% \pm 0,64 \%$ , mikä on vähemmän kuin koeryhmällä  $0,90 \% \pm 2,44 \%$ . Kontrolliryhmän maksimiteho (watts) heikentyi keskimäärin  $1,25 \% \pm 1,92 \%$ , mutta koeryhmän tulos heikentyi keskimäärin vain  $0,12 \% \pm 3,01 \%$ . Maksimivoima (N)  $5,21 \% \pm 5,37 \%$  parantui kontrolliryhmällä huomattavasti enemmän kuin koeryhmällä  $1,23 \% \pm 4,38 \%$ . Kontrolliryhmän voima - paino-suhde (N/kg)  $5,04 \% \pm 5,74 \%$  parantui huomattavasti, kun koeryhmän tulos heikentyi keskimäärin  $0,43 \% \pm 2,89 \%$  (kuva 14). Ryhmien välille ei todettu tilastollista merkitystä (taulukko 8).

Taulukko 8. Erot viivästyneessä vasteessa koe- ja kontrolliryhmän välillä Mannin–Whitney U-testin mukaan

Erot ryhmien viivästyneiden vasteiden välillä staattisessa vertikaalihypyssä										
	Staattinen VH (cm)	Staattinen VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Mann-Whitney U	28,000	33,000	29,000	33,000	36,000	33,000	37,000	37,000	37,000	35,500
Z	-,829	-,393	-,744	-,393	-,131	-,393	-,044	-,044	-,044	-,175
p < 0,05	,407	,694	,457	,694	,896	,694	,965	,965	,965	,861
Erot ryhmien viivästyneiden vasteiden välillä esikevennetyssä vertikaalihypyssä										
	Esikevennetty VH (cm)	Esikevennetty VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Mann-Whitney U	33,000	29,000	33,500	29,500	33,000	33,000	35,000	35,000	25,000	36,000
Z	-,393	-,742	-,349	-,699	-,393	-,393	-,218	-,218	-,1091	-,131
p < 0,05	,694	,458	,727	,484	,694	,694	,827	,827	,275	,896

Välittömän ja viivästyneen vasteen välillä kontrolliryhmän staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui keskimäärin  $2,50 \% \pm 5,61 \%$ , kun koeryhmän vastaava tulos



oli  $5,80 \% \pm 8,45 \%$ . Lähtönopeus (m/s) parantui keskimäärin  $1,20 \% \pm 2,72 \%$  kontrolliryhmällä, kun koeryhmän tulos parantui keskimäärin  $2,72 \% \pm 4,03 \%$ . Kontrolliryhmän maksimiteho (watts) parantui keskimäärin  $1,11 \% \pm 1,61 \%$ , mutta koeryhmän  $3,80 \% \pm 5,44 \%$  vastaava tulos parantui enemmän. Maksimivoima (N)  $0,58 \% \pm 5,85 \%$  heikentyi kontrolliryhmällä, mutta koeryhmän tulokset paranivat keskimäärin  $1,26 \% \pm 5,10 \%$ . Kontrolliryhmän voima - paino-suhde (N/kg) heikentyi keskimäärin  $0,67 \% \pm 6,29 \%$  ja koeryhmän tulos parantui keskimäärin  $0,33 \% \pm 4,79 \%$  (kuva 15). Tilastollista merkitystä ryhmien välille ei muodostunut (taulukko 9.)

Välittömän ja viivästyneen vasteen välillä kontrolliryhmän esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui keskimäärin  $2,00 \% \pm 1,58 \%$ , mutta koeryhmän  $3,17 \% \pm 4,35 \%$  tulos parantui enemmän. Lähtönopeus (m/s) parantui kontrolliryhmällä keskimäärin  $0,90 \% \pm 0,79 \%$  ja koeryhmällä keskimäärin  $1,59 \% \pm 2,11 \%$ . Maksimiteho (watts) heikentyi kontrolliryhmällä keskimäärin  $0,67 \% \pm 2,06 \%$ , mutta koeryhmän tulos parantui keskimäärin  $2,03 \% \pm 2,59 \%$ . Maksimivoima (N) parantui kontrolliryhmällä keskimäärin  $4,27 \% \pm 7,29 \%$ , mutta vastaavasti koeryhmän  $1,46 \% \pm 5,35 \%$  tulos parantui keskimäärin vähemmän. Kontrolliryhmän voima - paino-suhde (N/kg) parantui keskimäärin  $4,11 \% \pm 7,60 \%$ , mutta koeryhmän tulos heikentyi  $0,31 \% \pm 4,13 \%$  (kuva 16). Ryhmien välille ei muodostunut tilastollista merkitystä (taulukko 9).

Taulukko 9. Koe- ja kontrolliryhmän erot välittömän ja viivästyneen vasteen välillä Mannin–Whitney U-testin mukaan

Erot ryhmien välittömien ja viivästyneiden vasteiden välillä staattisessa vertikaalihypyssä										
	Staattinen VH (cm)	Staattinen VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Mann-Whitney U	37,000	33,000	37,000	33,000	35,000	33,000	35,000	37,000	34,500	35,500
Z	-,044	-,393	-,044	-,393	-,218	-,393	-,218	-,044	-,262	-,175
p < 0,05	,965	,694	,965	,694	,827	,694	,827	,965	,793	,861
Erot ryhmien välittömien ja viivästyneiden vasteiden välillä esikevennetyissä vertikaalihypyssä										
	Esikevennetty VH (cm)	Esikevennetty VH (cm)	Lähtönopeus (m/s)	Lähtönopeus (m/s)	Maksimiteho (watts)	Maksimiteho (watts)	Maksimivoima (N)	Maksimivoima (N)	Voima - paino-suhde (N/kg)	Voima - paino-suhde (N/kg)
Mann-Whitney U	31,000	29,000	31,500	29,500	33,000	33,000	36,000	35,000	26,000	36,000
Z	-,567	-,742	-,525	-,699	-,393	-,393	-,131	-,218	-,1004	-,131
p < 0,05	,570	,458	,600	,484	,694	,694	,896	,827	,315	,896

## 6.5 Tulosten yhteenveto

Tuloksien mukaan sekä koe- että kontrolliryhmien staattinen vertikaalihyppy heikkeni välittömästi teippauksen jälkeen, mutta kontrolliryhmän prosentuaalinen muutos oli

suurempi hyppykorkeudessa (cm), lähtönopeudessa (m/s) ja alustaan kohdistuneessa maksimitehossa (watts) kuin koeryhmällä. Vastaavasti koeryhmän alustaan kohdistunut maksimivoima ja voima - paino-suhde (N/kg) heikkenivät, kun kontrolliryhmän tulokset paranivat hiukan (kuva 11). Taulukosta 4 selviää, ettei tuloksilla ollut tilastollista merkitystä.

Esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) ja lähtönopeus (m/s) heikkenivät välittömästi teippauksen jälkeen molemmilla ryhmillä lähes yhtä paljon. Maksimiteho (watts) heikkeni koeryhmällä enemmän kuin kontrolliryhmällä. Vastaavasti kontrolliryhmän maksimivoima (N) ja voima - paino-suhde (N/kg) parantuivat, kun koeryhmän tulokset pysyivät ennallaan (kuva 12). Koeryhmän maksimiteho (watts) heikentyi esikevennetyissä vertikaalihypyssä melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,023$ ). Tilastollista merkitsevyyttä ei ollut muissa muuttujissa (taulukko 4).

Staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm), lähtönopeus (m/s) ja maksimiteho (watts) paranivat koeryhmällä viivästyneesti, mutta laskivat kontrolliryhmällä. Vastaavasti maksimivoima (N) pysyi molemmilla ryhmillä samalla tasolla, mutta voima - paino-suhde (N/kg) heikentyi koeryhmällä enemmän kuin kontrolliryhmällä (kuva 13). Maksimivoima (watts) parantui tilastollisesti suuntaa antavasti ( $p = 0,100$ ), mutta muiden parametrien osalta tilastollista merkitystä ei ollut (taulukko 5).

Esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) ja lähtönopeus (m/s) paranivat viivästyneesti koeryhmällä kontrolliryhmää enemmän. Maksimiteho (watts) heikentyi kontrolliryhmällä koeryhmää enemmän. Kontrolliryhmän maksimivoima (N) ja voima - paino-suhde (N/kg) paranivat huomattavasti koeryhmään verrattuna (kuva 14). Kontrolliryhmän maksimivoima (N) parantui tilastollisesti suuntaa antavasti ( $p = 0,080$ ). Tilastollista merkitystä ei ollut muissa muuttujissa (taulukko 5).

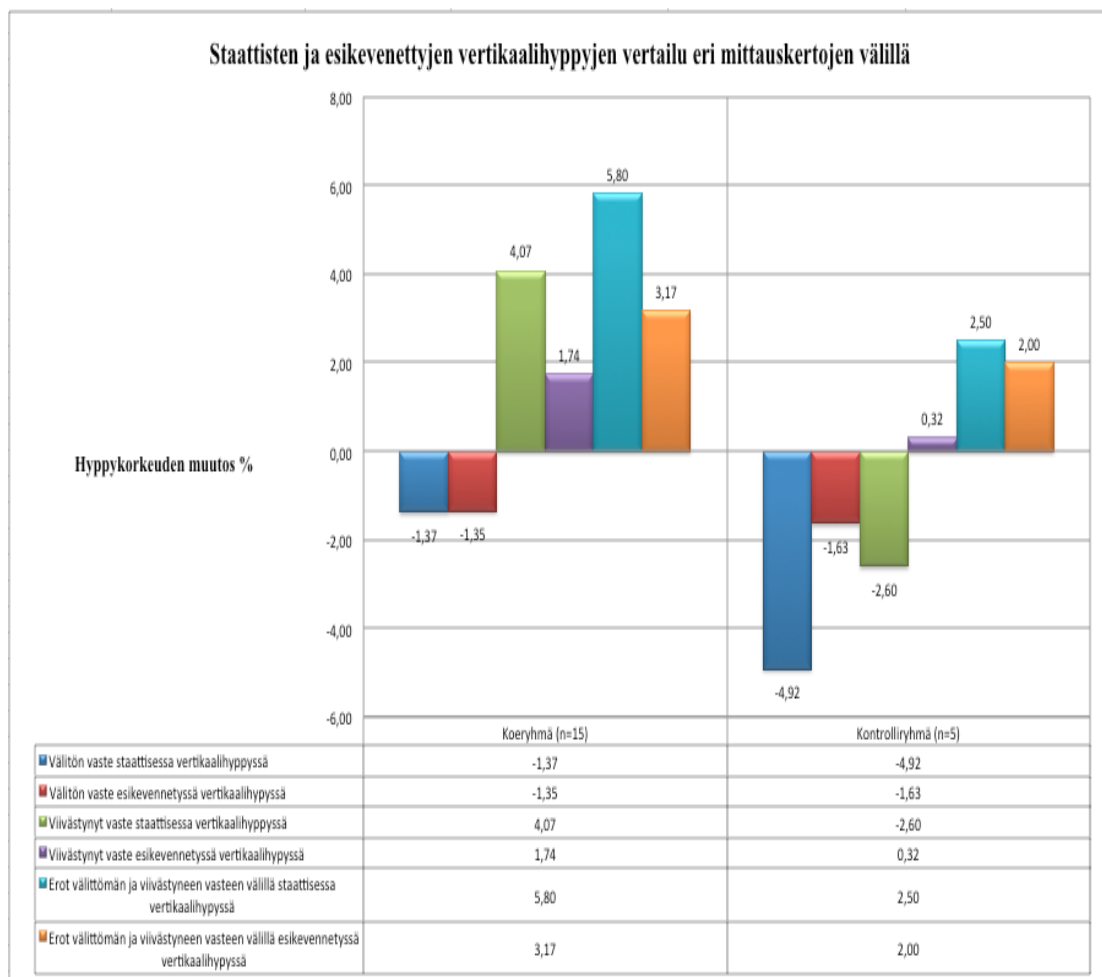
Staattisessa vertikaalihypyssä koeryhmän tulokset paranivat välittömän ja viivästyneen vasteen välillä jokaisen muuttujan osalta verrattuna kontrolliryhmään (kuva 15). Koeryhmän staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,006$ ). Lähtönopeus (m/s) parantui melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,013$ ). Maksimiteho (watts) parantui melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,011$ ). Tilastollista merkitystä ei ollut muissa muuttujissa (taulukko 6).



Esikevennetyssä vertikaalihypyssä koeryhmän hyppykorkeus (cm), lähtönopeus (m/s) ja maksimiteho (watts) parantuivat välittömän ja viivästyneen vasteen välillä verrattuna kontrolliryhmän vastaaviin tuloksiin. Vastaavasti kontrolliryhmän maksimivoima (N) ja voima - paino-suhde (N/kg) paranivat verrattuna koeryhmän tuloksiin (kuva 16). Koeryhmän esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui tilastollisesti melkein merkitsevästi ( $p = 0,017$ ). Lähtönopeus (m/s) parantui melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,015$ ) ja maksimiteho (watts) parantui melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,011$ ). Muiden muuttujien osalta tilastollista merkitsevyyttä ei ollut. Kontrolliryhmän esikevennetyn vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui melkein tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,043$ ) kuten taulukosta 6 ilmenee.

Koe- ja kontrolliryhmien välillä ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää eroa staattisen vertikaalihypyn ja esikevennetyn vertikaalihypyn välillä välittömän (taulukko 7), viivästyneen (taulukko 8) sekä välittömän ja viivästyneen (taulukko 9) vasteen välillä.

Eniten hyppykorkeus (cm) parantui koeryhmällä  $5,80 \% \pm 8,45 \%$  staattisessa vertikaalihypyssä välittömän ja viivästyneen vasteen välillä. Toiseksi eniten parantui koeryhmän viivästynyt vaste staattisessa vertikaalihypyssä. Kontrolliryhmän välitön vaste heikentyi kaikista eniten ja viivästynyt vaste toiseksi eniten kuten kuvasta 15 voi todeta. Hyppykorkeuksien pituuksien prosentuaalsiet muutokset eri vasteiden välillä on esitetty kuvassa 17.



Kuva 17. Staatististen ja esikevennettyjen vertikaalihyppyjen vertailu eri mittauskertojen välillä

## 7 POHDINTA

Joissakin tutkimuksessa oli tutkittu kinesioiteippauksen vaikutusta lihasvoimaan (Fu et al. 2008, 198; Slupik et al. 2007, 644) ja joissakin kinesioiteippauksen vaikutusta vertikaalihyppyyn (Huang et al. 2011; Kümmel et al. 2011; Bicici et al. 2012). Huang et al. (2011, 1) käyttivät kinesioiteippausta pohkeeseen ja Kümmel et al. (2011, 205) kinesioiteippasivat polven ojentajalihakset. Kümmel et al. (2011, 205) eivät kuitenkaan käyttäneet tensiota teippauksissa joten tulokset eivät ole vertailukelpoisia. Näissä tutkimuksissa ei kuitenkaan kerrota teippausten vakioinnista mitään. Tämä tutkimus on tähän mennessä ainoa, jossa teipattiin kaikki alaraajojen pääojentajalihakset ja kinesioiteipin tensio vakioitiin.

Bacici et al. (2012, 154) tutkivat kinesioiteippauksen vaikutusta toiminnallisiin testeihin ja totesivat, ettei kinesioiteippauksella ollut negatiivisia vaikutuksia toiminnallisiin testeihin. Heidän tutkimuksessa käytettiin erilaista teippausmenetelmää, esikevenne-

tyssä vertikaalihypyssä sallittiin käsien avustava liike ja hyppykorkeus mitattiin seinäkosketuksesta. Näistä seikoista huolimatta tutkimustulokset ovat tässä tutkimuksessa samansuuntaiset.

Hyppykorkeus (cm) määriteltiin lähtönopeudesta (m/s). Tutkimustulokset viittaavat välittömässä vasteessa hermostolliseen väsymiseen, sillä lähtönopeus (m/s) ja maksimiteho (watts) heikkenivät. Hermostollinen väsyminen voi osittain selittää sen, miksi tulokset heikkenivät välittömästi teippauksen jälkeen.

## 7.1 Tulosten tarkastelu

Koeryhmän esikevennetty vertikaalihyppy heikentyi välittömässä vasteessa tilastollisesti melkein merkitsevästi ( $p = 0,023$ ) ja kontrolliryhmän staattinen vertikaalihyppykorkeus (cm) heikentyi tilastollisesti suuntaa antavasti ( $p = 0,080$ ) sekä lähtönopeus (m/s) heikentyi tilastollisesti suuntaa antavasti ( $p = 0,078$ ), mitkä viittaavat hermostolliseen väsymiseen (taulukko 4). Toisaalta on mielenkiintoista, että koeryhmän staattiset ja esikevennetyt vertikaalihypyt heikkenivät kontrolliryhmää vähemmän. Kinesioiteippaus saattoi osittain vaikuttaa siihen, ettei hermostollinen väsyminen ilmennyt koeryhmällä niin radikaalisti kuin kontrolliryhmällä, mutta suoria johtopäätöksiä ei voida tehdä pienen kontrolliryhmän takia.

Staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm), lähtönopeus (m/s) ja maksimiteho (watts) paransivat koeryhmällä viivästyneesti, mutta laskivat kontrolliryhmällä. Vastaavasti maksimivoima (N) pysyi molemmilla ryhmillä samalla tasolla, mutta voima - paino-suhde (N/kg) heikentyi koeryhmällä enemmän kuin kontrolliryhmällä (kuva 13). Kuten taulukosta 5 selviää, koeryhmän staattisen vertikaalihypyn maksimiteho (watts) parantui tilastollisesti suuntaa antavasti ( $p = 0,100$ ). Slupik et al. (2007, 4) käyttivät erilaista teippaustekniikkaa tutkiessaan kinesioiteipin vaikutusta lihasaktivaatioon. He huomasivat, että kinesioiteippaus nosti lihasaktivaatiota tilastollisesti merkitsevästi 24 h teippauksesta. Tässä tutkimuksessa päätelmiä siitä, nousiko maksimiteho (watts) lisääntyneestä lihasaktivaatiosta, ei voida varmistaa, koska mittauksissa ei mitattu lihasaktivaatiota EMG:llä. Joissakin tutkimuksissa (Huang et al. 2007, 6; Chen et al. 2007, 1; Hsu et al. 2009, 4) on todettu, että kinesioiteippaus saattaa nostaa lihasaktivaatiota, mutta Kümmel et al. (2011, 2) ja Briem et al. (2011, 4) ovat puolestaan todenneet, ettei kinesioiteippauksella ole vaikutusta lihasaktivaatioon.

Staattisessa vertikaalihypyssä koeryhmän tulokset paranivat välittömän ja viivästyneen vasteen välillä jokaisen muuttujan osalta verrattuna kontrolliryhmään (kuva 15). Koeryhmän staattisen vertikaalihypyn korkeus (cm) parantui tilastollisesti merkitsevästi ( $p = 0,006$ ). Lähtönopeus (m/s) ( $p = 0,013$ ) ja maksimiteho (watts) ( $p = 0,011$ ) parantuivat melkein tilastollisesti merkitsevästi. Välittömän ja viivästyneen vasteen tuloksia pitää kuitenkin tulkita kriittisesti, koska välittömän vasteen osalta tulokset heikkenivät todennäköisesti hermostollisen väsymisen johdosta. Tämä selittää sen, miksi tulokset nousivat välittömän ja viivästyneen vasteen välillä enemmän verrattuna viivästyneen vasteen tuloksiin.

Koe- ja kontrolliryhmien välillä ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää eroa staattisen vertikaalihypyn ja esikevennetyn vertikaalihypyn välillä välittömässä, viivästyneessä sekä välittömän ja viivästyneen vasteen välillä. Tämä oli yllättävää, sillä ryhmien välille muodostui selkeitä eroja. Otokoko ja ryhmäkozo vaikuttivat luultavasti siihen, ettei tilastollista merkitsevyyttä syntynyt, mutta toisaalta erojen puuttuminen kertoo myös siitä, että ryhmät olivat toistensa kaltaisia, vaikka olivatkin erikokoisia.

## 7.2 Tulosten luotettavuus

Koeryhmässä oli 15 henkilöä, mutta kontrolliryhmässä oli vain viisi henkilöä, joka saattaa heikentää kontrolliryhmän tulosten luotettavuutta, koska keskiarvot eivät oletettavasti olleet normaalisti jakautuneet pienen otoksen takia kummassakaan ryhmässä. Kontrolliryhmässä ei olisi oletettavasti saanut tapahtua paljon vaihtelua, mutta sitä kuitenkin tapahtui, joka johtui todennäköisesti pienestä ryhmäkoosta ja hermostollisesta väsymisestä. Tulosten analysoinnissa käytettiin analysointimenetelmiä (Wilcoxonin merkkitesti ja Mannin–Whitneyn U-testi), jotka ottavat huomioon vääristyneet jakaumat keskiarvoissa (Metsämuuronen 2005, 957), mikä lisää tulosten analysoinnin luotettavuutta.

Luotettavuutta lisäävänä tekijänä voidaan pitää koemittauksia, jotka teimme ennen varsinaisia mittauksia. Esiin tulleet asia kirjattiin ylös ja sen perusteella teimme tarvittavat korjaukset. Koemittauksissa testasimme neljä henkilöä, jolloin saimme koko mittausprotokollan testattua kerran läpi. Koemittauksen henkilöt eivät olleet urheilijoita, mutta urheilullisesti aktiivisia henkilöitä. Huomasimme välittömän vasteen heikentyvän kaikilla, mutta päättelimme tämän johtuvan siitä, että he eivät olleet tottuneet päivittäiseen kovaan rasitukseen. Tämän takia emme siirtäneet uusintamittauksen

ajankohtaa myöhemmäksi tai seuraavalle päivälle. Muissa vastaavissa tutkimuksissa kahden testaukserän välillä oli ollut jopa vain 15 min tauko (Kümmel et al. 2011, 605), mutta heidän tutkimuksessa hypättiin vain kuusi esikevennettyä vertikaalihyppyä. Vastaavasti Huang et al. (2011, 4) pitivät testattavilla viiden vertikaalihypyn jälkeen 30 min taukoa, jonka jälkeen seurasivat uudet viisi vertikaalihyppyä. Tässä tutkimuksessa vertikaalihyppyjä kertyi yhteensä 18: kuusi alkumittauksissa, kuusi uusintamittauksissa ja kuusi loppumittauksissa, ellei hyppyjä hylätty virheellisen suoritus- tekniikan takia. Alku- ja uusintamittauksien välillä oli taukoa 45 min sekä alku- ja loppumittauksen välillä 24 h. Todennäköisesti 12 maksimaalista räjähtävää vertikaalihyppyä olivat hermostolle liian raskaita saman päivän aikana, sillä muissa tutkimuksissa samanlaista ja yhtä merkittävää väsymistä ei ollut tapahtunut.

Koe- ja kontrolliryhmien välittömän vasteen mittaustuloksia ei voida pitää luotettavina hermostollisen väsymisen takia. Oletettavasti hermostollisen väsymisen takia myös välittömän ja viivästyneen vasteen tuloksia ei voida pitää luotettavina, vaikka tilastollista merkitsevyyttä olikin. Mittauksia olisi voinut muuttaa niin, että kaikki mittaukset olisivat olleet erillisinä päivinä, jolloin hermostollinen väsyminen olisi voitu välttää tai mittauksista olisi jätetty esimerkiksi staattinen vertikaalihyppy pois, jolloin hyppyjä olisi tullut puolet vähemmän. Tällöin välittömän vasteen tuloksista olisi tullut luotettavampia.

Alku- ja loppumittauksien väliset tulokset olivat tämän tutkimuksen luotettavimmat tulokset, koska alku- ja loppumittauksen välillä oli palautumisaikaa 24 h. Koeryhmän staattisen vertikaalihypyn viivästyneessä vasteessa havaittiin, että maksimiteho (watts) parantui tilastollisesti suuntaa antavasti ( $p = 0,100$ ). Koeryhmän staattisen vertikaalihypyn korkeuden (cm) ja lähtönopeuden (m/s) osalta havaittiin pientä parannusta, mutta ei tilastollisesti merkitsevää eroa.

Tähän tutkimukseen valitsimme yleisen markkinoilla olevan 50 mm leveän kinesioteipin nimeltä Jaybird K-Victor. Oletuksena oli, että kinesioteippi on samanlaista eri valmistajilla. Teipin venyvyydeksi laskimme 90 % teipin lepopituudesta sekä puolen metrin että metrin pituisella suikaleella, mikä oli huomattavasti enemmän kuin alkuperäisen Kinesio Tex® Tapen venyvyys, joka oli Kase et al. (2003, 12) mukaan 55–60 %. Tämä on saattanut vaikuttaa mittaustuloksiin. Toisaalta oli teipin merkki mikä tahansa olisimme voineet laskea teipille 50 %:n tension (kuva 2).

Tässä tutkimuksessa 50 % tensio vakioitiin mittaamalla lihas origosta insertioon ja laskemalla kaikille teipeille tietty pituus kaavaa käyttäen, joka selviää kuvasta 2. Yleensä teipattaessa mitataan etäisyydet silmämääräisesti ja markkinoilla on jo valmiiksi leikattuja teippejä, jolloin tension vakiointi on vaikeaa. Teipin tension vakiointi lisäsi tutkimuksen luotettavuutta.

Teippaamista harjoiteltiin paljon ennen mittausten aloittamista ja erilaisiin teippaus-tekniikoihin perehdyttiin huolellisesti. Erillistä koulutusta teippaamiseen emme käyneet, mutta teippaaminen ja mittalaitteet olivat jo entuudestaan tuttuja, koska olimme tehneet mittauksia urheilijoille aikaisemmin moneen otteeseen kahden vuoden ajan. Lihasten anatomian ja toiminnan tunteminen on teipatessa tärkeää ja se lisää teippauksen luotettavuutta.

Ahtiainen et al. (2004, 284) mukaan laboratoriossa suoritettavilla testeillä on parempi toistettavuus, mikä on tärkeää etenkin pienien erojen analysoinnissa. Tästä syystä mittaukset toteutettiin naprapatia laboratoriossa kenttätestin sijaan. Mittaukset tehtiin samassa paikassa jokaisena päivänä samaan aikaan. Toinen testaajista mittasi vertikaalihyppyä ja toinen testaajista teki teippaukset koko tutkimuksen ajan. Aikataulut pysyivät alkuperäisen suunnitelman mukaisena, eivätkä mittaukset viivästyneet ulkoisten tai sisäisten tekijöiden vuoksi. Olosuhteet testauslaboratoriossa olivat samanlaiset jokaisena testauspäivänä ja testattavia kannustettiin joka kerta maksimaaliseen hyppysuoritukseen. Testauksen aikana testattavat eivät saaneet venytellä tai tehdä muuta vastaavaa hyppyjen välisinä palautusaikoina. Testattavia valvottiin 45 min tauon aikana, jotta he eivät voineet tehdä mitään, mikä olisi voinut vaikuttaa mittaustulokseen. Testilaboratorio oli rauhoitettu vain testaajan ja testattavan käyttöön. Testattavien kädet vakioitiin vertikaalihypyissä vyötärölle, koska Kyröläisen (2004, 151) mukaan testattavien käsien vakiointi vähentää taidon merkitystä vertikaalihypyssä. Lisäksi testattavien polvikulma vakioitiin 90°:een. Nämä tekijät lisäsivät tutkimuksen luotettavuutta.

Vertikaalihypyistä hylättiin noin joka 12. hyppy, mikä voi olla seurausta siitä, että testattavat olivat hypänneet vertikaalihyppytestit jo aikaisemmin useampana vuonna ja testattaville kerrattiin hyppytekniikat sekä infotilaisuudessa että alkulämmittelyn aikana. Testattavat saivat harjoitella normaalisti, koska olisi ollut eettisesti arveluttavaa kieltää urheilijoilta harjoittelu. Testattavien harjoittelua ei voitu näin vakioda, mikä on voinut vaikuttaa mittaustuloksiin. Mittausajankohdat suunniteltiin siten, että hyvin

rankasta fyysisesti suorituksesta kuten koripallopelistä oli kulunut vähintään kaksi päivää, jotta testattavat olivat palautuneet kovasta fyysisestä kuormituksesta. Erilaiset testaukset ja testit ovat urheilijoille arkipäivää, mikä lisää heidän motivaatiota testeihin, sillä testeillä seurataan urheilijoiden kehittymistä.

### 7.3 Tulosten hyödyntäminen ja jatkotutkimus ehdotukset

Tuloksista voidaan päätellä, ettei kinesioiteippaus heikennä viivästyneesti räjähtävää voimantuottoa tai vertikaalihyppykorkeuksia. Tästä voidaan päätellä, että kinesioiteippausta voidaan käyttää urheilussa suorituskyyä alentamatta. Tulevaisuudessa pitäisi tutkia, voidaanko kinesioiteippiä käyttää tavallisen urheiluteipin tai kompressiositeen sijasta akuuttien lihasvammojen yhteydessä esimerkiksi juoksussa. Lisää tutkimuksia tarvitaan suuremmilla otoksilla.

Mittauksia voitaisiin muuttaa siten, että hyppykertoja olisi vähemmän kuin 12 saman päivänä aikana, jotta väsyminen voitaisiin välttää. Esimerkiksi staattinen vertikaalihyppy voitaisiin jättää tutkimuksesta pois, jolloin hyppykertoja olisi puolet vähemmän ja välittömän vasteen tuloksista tulisi luotettavampia. Mittaukset voitaisiin tehdä vaihtoehtoisesti eri päivinä, jotta väsymisen vaikutus voitaisiin eliminoida.

Jatkotutkimuksissa voisi testata erilaisia teippejä eri valmistajilta, koska tämän tutkimuksen mukaan teippi, jota käytimme oli ominaisuuksiltaan erilainen kuin alkuperäinen Kinesio Tex® Tape. Tutkimukseen voisi yhdistää myös placebo-teippauksen ja teippauksia voisi tehdä erilaisilla tensioilla ja erilaisilla tekniikoilla.

Olisi mielenkiintoista yhdistää tutkimukseen kyselylomake, jolla kysytään testattavan suhtautumista kinesioiteippaukseen ja siten verrata, korreloivatko ennako-odotukset testattavan tuloksiin.

## LÄHTEET

Ahtiainen, J. & Häkkinen, K. 2004. Johdanto. Teoksessa Kuntotestauksen käsikirja: Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen, toim. Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen M. Tampere: Tammer-Paino Oy, s. 125.

Ahtiainen, J., Häkkinen, K. & Mero, A. 2004. Voiman mittaaminen. Teoksessa Urheilualmennus: Fyysisten ominaisuuksien harjoittaminen ja seuranta, toim. Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, s. 284–287.

Bicici, S., Karatas, N. & Baltaci, G. 2012. Effect of Athletic Taping and Kinesio Taping® on Measurements of Functional Performance in Basketball Players Chronic Inversion Ankle Sprains. The International Journal of Sports Physical Therapy 4/2012, s. 154–166.

Briem, K., Eythörsdóttir, H., Magnúsdóttir, R. G., Pálmarsson, R., Rúnarsdóttir, T. & Sveinsson, T. 2011. Effects of Kinesio Tape Compared With Nonelastic Sports Tape and the Untaped Ankle During a Sudden Inversion Perturbation in Male Athletes. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 5/2011, s. 328–335.

Wigley, C. 2008. Nervous system. Teoksessa Gray's Anatomy - The Anatomical Basis of Clinical Practice 40<sup>th</sup> edition: Cells, Tissues and Systems, toim. Standring, S. Spain: Churchill Livingstone Elsevier, s. 61.

Fu, T. C., Wong, A. M. K., Pei, Y. C., Wu, K. P., Chou, W. S. & Lin, C. Y. 2008. Effect of Kinesio Taping on Muscle Strength in Athletes – A Pilot Study. Journal of Science and Medicine in Sport 11/2008, s. 198–201.

Heikkilä, T. 2010. Tilastollinen tutkimus. 7.–8. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2000. Tutki ja kirjoita. 6. painos. Helsinki: Tammi.



Huang, C. Y., Hsieh, T. H., Lu, S. C. & Su, F. C. 2011. Effect of the Kinesio tape to muscle activity and vertical jump performance in healthy inactive people. *BioMedical Engineering OnLine* 2011, s. 1–11.

Hyppytestilevy FP4 PDF–esite. Hur Labsin internetsivut. Saatavissa:  
<http://www.hurlabs.com/index.php?id=113> [viitattu 6.11.2011].

Hsu, H. Y., Chen, W. Y., Wang, W. T. J. & Shih, Y. - F. 2009. The effects of taping on scapular kinematics and muscle performance in baseball players with shoulder impingement syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2009, s. 1092–1099.

Häkkinen, K. 2004. Hermo-lihasjärjestelmän voimantuoton biomekaaniset tekijät. Teoksessa *Kuntotestauksen käsikirja: Hermolihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen*, toim. Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen M. Tampere: Tammer-Paino Oy, s. 125–132.

Häkkinen, K., Mäkelä, J. & Mero, A. 2004. Voima. Teoksessa *Urheiluvalmennus: Fyysisten ominaisuuksien harjoittaminen ja seuranta*, toim. Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2004. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, s. 251.

Kapandji, I. 1997. *Kinesiologia II – alaraajojen nivelten toiminta*. Laukaa: Medirehab.

Kase, K. 2003. *Illustrated kinesio taping*. 4<sup>th</sup> Edition. Julkaisija puuttuu.

Kase, K., Wallis J. & Kase, K. 2003. *Clinical Therapeutic Applications of the Kinesio Taping method*. 2<sup>th</sup> Edition. Julkaisija puuttuu.

Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen M. 2004. *Kuntotestauksen käsikirja*. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Kinesio USA 2010. Kinesioteippauksen internetsivut. Saatavissa:  
<http://kinesiotaping.com/kinesio/about.html> [viitattu 30.10.2011].

Kyröläinen, H. 2004. Nopeusvoima. Teoksessa Kuntotestauksen käsikirja: Hermostolihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen, toim. Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen M. Tampere: Tammer-Paino Oy, s. 250.

Kümmel, J., Mauz, D., Blab, F. & Vieten, M. 2011. Effect of kinesio taping on performance in counter-movement jump. Portuguese Journal of Sport Sciences 2011, s. 605–605.

Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O. & Vierimaa, H. 2008. Anatomia ja Fysiologia – rakenteesta toimintaan. 1. painos. Helsinki: WSOY.

Crossman, A. R. 2008. Spinal cord: internal organization. Teoksessa Gray's Anatomy - The Anatomical Basis of Clinical Practice 40<sup>th</sup> edition: Neuroanatomy, toim. Standring, S. Spain: Churchill Livingstone Elsevier, s. 261.

Mahadevan, V. 2008. Pelvis girdle, gluteal region and thigh. Teoksessa Gray's Anatomy - The Anatomical Basis of Clinical Practice 40<sup>th</sup> edition: Pelvic girdle and lower limb, toim. Standring, S. Spain: Churchill Livingstone Elsevier, s. 1368–1377.

Mahadevan, V. 2008. Leg. Teoksessa Gray's Anatomy - The Anatomical Basis of Clinical Practice 40<sup>th</sup> edition: Pelvic girdle and lower limb, toim. Standring, S. Spain: Churchill Livingstone Elsevier, s. 1420–1421.

Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. & Cardinale, J. 2004. Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. Journal of Strength and Condition Research 2004, s. 554.

Mero, A., Jouste, P. & Keränen, T. 2004. Nopeus. Teoksessa Urheiluvalmennus: Fyysisien ominaisuuksien harjoittaminen ja seuranta, toim. Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, s. 293.

Metsämuuronen, J. 2005. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkvist S. E. 2008. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 15.–17. painos. Helsinki: WSOY.

Paunonen, M. & Vehviläinen-Julkunen, K. 1997. Hoitotieteen tutkimusmetodiikka. 1. painos. Juva: WSOY.

Slupik, A., Dwornik, M., Bialoszewski, D. & Zych, E. 2007. Effect of Kinesio Taping on bioelectrical activity of vastus medialis muscle. Preliminary report. *Ortopediia Traumatologia Rehabilitacja* 6/2007, s. 644–651.

Viitasalo, J., Raninen, J. & Liitsola, S. 1985. Voimaharjoittelu – Perusteet ja käytännön toteutus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.



19.3.2012

Hyvät vanhemmat,

olemme naprapaattiopiskelijoita KyAMK:sta ja teemme opinnäytetyötä kinesioiteippauksen välittömästä ja viivästyneestä vasteesta alaraajojen räjähtävään voimantuottoon, jota tässä tutkimuksessa testataan yksinkertaisella hyppytestillä, vertikaalihypyllä. Testaukset suoritetaan KyAMK:n Jylpyn kampuksella naprapatia laboratoriossa ammattikorkeakoulun testausvälineillä klo 12 – 15 välisenä aikana kahtena peräkkäisenä päivänä.

Tässä tutkimuksessa testaamme sekä KTP-Basketin mieskoripalloilijat että A-juniorit. Pelaajat testataan 4 hengen ryhmissä kahtena peräkkäisenä päivänä. Osa pelaajista kinesioiteipataan ja osa pelaajista toimii ns. kontrolleina eli heitä ei teipata. Pelaajille pidetään yhteinen infotilaisuus, jolloin he saavat tarkemmat tiedot testauksesta ja päivämääristä.

Saimme Langinkosken lukion rehtorilta Marja-Liisa Kääriältä luvan testata pelaajia kesken koulupäivän ennen koeviikon alkua 29.3.2012. Jos ette halua, että lapsenne osallistuu opinnäytetyömme testauksiin, ilmoittakaa siitä ennakkoon sekä miesten että A-junioreiden valmentajalle Sami Toiviaiselle (puh. 044 533 3344). Mikäli ilmoitusta kiellosta ei ole tullut, katsomme lapsenne voivan osallistua testeihin.

Terveisin naprapaattiopiskelijat:

Lauri Kalima ja Marko Korpi

Ps. Jos ilmenee jotain kysyttävää tutkimukseen liittyen, voitte lähettää meille sähköpostia lauri.kalima@student.kyamki.fi ja/tai marko.j.korpi@student.kyamki.fi.

Kokeellisten asetelmien tutkimustyytit luotettavuusjärjestyksessä Metsämuuronen (2005, 1131) mukaan:

1. Suuret satunnaistetut ja kontrolloidut kokeet
2. Pienet satunnaistetut ja kontrolloidut kokeet
3. Ei-satunnaistetut tutkimukset, joissa kontrolliryhmä
4. Ei-satunnaistetut tutkimukset, joissa historiallinen kontrolliryhmä
5. Kohorttitutkimukset
6. Tapaus-kontrollitutkimus
7. Poikittaistutkimus
8. Rekisteritutkimus
9. Sarja tapauksia
10. Yksittäinen tapaustutkimus



Hei,

\_\_\_\_\_ on ollut opinnäytetyöhön liittyvissä mittauksissa Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa Jylpyn kampuksella ti 20.3.2012 klo 12.00–14.30 ja ke 21.3.2012 klo 12.00–13.30. Jos asiasta on kysyttävää, voitte soittaa joko meille tai Kymenlaakson Urheiluakatemian toiminnanjohtaja Jiri Auraselle (0447025731).

Terveisin naprapaattiopiskelijat,

Lauri Kalima (0456745605) ja Marko Korpi (0407437003)



Hei,

\_\_\_\_\_ on ollut opinnäytetyöhön liittyvissä mittauksissa Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa Jylpyn kampuksella to 22.3.2012 klo 12.00–14.30 ja pe 23.3.2012 klo 12.00–13.30. Jos asiasta on kysyttävää, voitte soittaa joko meille tai Kymenlaakson Urheiluakatemian toiminnanjohtaja Jiri Auraselle (0447025731).

Terveisin naprapaattiopiskelijat,

Lauri Kalima (0456745605) ja Marko Korpi (0407437003)



Hei,

\_\_\_\_\_ on ollut opinnäytetyöhön liittyvissä mittauksissa Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa Jylpyn kampuksella ma 26.3.2012 klo 12.00–14.30 ja ti 27.3.2012 klo 12.00–13.30. Jos asiasta on kysyttävää, voitte soittaa joko meille tai Kymenlaakson Urheiluakatemia toiminnanjohtaja Jiri Auraselle (0447025731).

Terveisin naprapaattiopiskelijat,

Lauri Kalima (0456745605) ja Marko Korpi (0407437003)



Hei,

\_\_\_\_\_ on ollut opinnäytetyöhön liittyvissä mittauksissa Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa Jylpyn kampuksella ma 28.3.2012 klo 12.00–14.30 ja ti 29.3.2012 klo 12.00–13.30. Jos asiasta on kysyttävää, voitte soittaa joko meille tai Kymenlaakson Urheiluakatemia toiminnanjohtaja Jiri Auraselle (0447025731).

Terveisin naprapaattiopiskelijat,

Lauri Kalima (0456745605) ja Marko Korpi (0407437003)

Infotilaisuuden Microsoft Office PowerPoint–esityksen sisältö:

- Opinnäytetyön ja kinesioiteippauksen tausta ja tarkoitus
- Teipattavat lihakset ja menetelmät
- Testattavat jaettiin neljän hengen ryhmiin
- Testitilanteen eteneminen, mittausaikataulu, testauspaikka, testauspäivät ja kellonajat
- Kerroimme, että mittauksilanteessa pelaajat satunnaistetaan joko koe- tai kontrolliryhmään sekä selvensimme, mitä nämä tarkoittavat
- Tulokset mitataan voimalevyllä (Hur Labs FP4, Finland) ja hyppykorkeus (cm) lasketaan lähtönopeuden (m/s) perusteella
- Vertikaalihyppyjen suoritustekniikat kerrattiin havainnollistavin esimerkein ja mallisuorituksin
- Testattavia ohjeistettiin noudattamaan normaalia ruokavaliota ja nukkumaan normaalisti
- Testattaville kerrottiin, että he voivat käydä normaalisti suihkussa ja saunassa, mutta teipin reunoja ei saa hieroa tai irrottaa
- Testattaville kerrottiin, että he saavat testitulokset viimeisen mittaukskerran jälkeen, mutta tuloksista ei saa keskustella muiden testattavien kanssa
- Testattavia ohjeistettiin ottamaan mukaan harjoitusvarustus: koripallokengät, shortsit ja paita
- Testattavia ohjeistettiin saapumaan hyvissä ajoin testauspaikalle



Henkilö: \_\_\_\_\_

Ikä: \_\_\_\_ vuotta

Pituus: \_\_\_\_ cm

Paino: \_\_\_\_ kg

Päivämäärä: \_\_\_\_\_.2012

Staattinen vertikaalihyppy (VJ) : \_\_\_\_ cm

Esikevennetty vertikaalihyppy (CMJ): \_\_\_\_ cm

Päivämäärä: \_\_\_\_\_.2012

Staattinen vertikaalihyppy (VJ): \_\_\_\_ cm

Esikevennetty vertikaalihyppy (CMJ): \_\_\_\_ cm